

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Приладобудівний факультет  
Кафедра виробництва приладів**

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ В.В. Шевченко

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

**з напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування»**

**на тему: «Дільниця цеху складання варіатора грибовидного фрикційного»**

Виконала:

студентка IV курсу, групи ПБ-51

**Андрушко Олена Іванівна** \_\_\_\_\_

Керівник:

доцент, к.т.н., доцент,

**Вислоух С.П.** \_\_\_\_\_

Консультант з назва розділу:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ініціали \_\_\_\_\_

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ініціали \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

### ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/П	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ПБ5101. 1702.000 ПЗ	Пояснювальна записка	115	
3	A1	ДП ПБ5101. 1702.001 СК	Варіатор грибовидний фрикційний	1	
4	A1	ДП ПБ5101. 1702.002 СК	Корпус в складі	1	
5	A4	ДП ПБ5101. 1702.003 СК	Гніздо в складі	1	
6	A3	ДП ПБ5101. 1702.004 СК	Головка в складі	1	
7	A2	ДП ПБ5101. 1702.005 СХ	Структурна схема складання	1	
8	A1	ДП ПБ5101. 1702.006 СХ	Технологічна схема складання	1	
9	A0	ДП ПБ5101. 1702.007 СК	Прес пневматичний	1	
10	A0	ДП ПБ5101. 1702.008 СК	Стенд для контролю	1	
11	A0	ДП ПБ5101. 1702.009 СК	Стенд для випробування	1	
12	A0	ДП ПБ5101. 1702.007.010	Кільце	1	
13	A3	ДП ПБ5101. 1702.007.011	Гніздо	1	
14	A4	ДП ПБ5101. 1702.007.012	Підставка	1	
15	A4	ДП ПБ5101. 1702.007.013	Вісь технологічна	1	
16		ДП ПБ5101. 1702.010	Дільниця цеху складання	1	

				ДП ХХХХ 00.000.00		
	ПБ	Підп.	Дата			
Розробн.				Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.					1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-51	
Н/контр.						
Зав.каф.						

**Пояснювальна записка**  
**до дипломного проекту**  
**на тему: «Дільниця цеху складання варіатора грибовидного**  
**фрикційного»**

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Приладобудівний факультет**

**Кафедра виробництва приладів**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки (програма професійного спрямування) – 6.051003

«Приладобудування »

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ **В.В. Шевченко**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

на дипломний проект студенту

**Андрушко Олені Іванівні**

1. Тема проекту **«Дільниця цеху складання варіатора грибовидного фрикційного»**, керівник проекту **Вислоух Сергій Петрович, к.т.н., доцент,** затверджені наказом по університету від **«27» травня 2019** р. №**1384-с**

2. Термін подання студентом проекту **30 травня 2019 року**

3. Вихідні дані до проекту **Конструкторська документація на редуктор механізму нахилу та програма його виготовлення – 25 000 виробів за рік.**

4. Зміст пояснювальної записки **Анотація. Annotation. Вступ. 1. Технологічна частина. 1.1. Фрикційні передачі. 1.2. Опис конструкції варіатора грибовидного фрикційного, його призначення та область використання. 1.3. Розрахунок технологічності конструкції варіатора. 1.4. Проектування структурної схеми складання варіатора. 1.5. Проектування технологічної схеми складання. 1.6. Вибір обладнання, пристосувань та інструменту. 1.7. Розробка технологічного процесу складання. 1.8. Опис існуючого виробництва та задачі з його вдосконалення. Автоматизація виробництва. 1.9. Розрахунок геометричної точності складальних робіт. 1.10. Проектування дільниці цеху складання варіатора. 1.11. Техніко-економічне обґрунтування спроектованої дільниці. Висновки до розділу.**

**2. Конструкторська частина. 2.1. Призначення, опис конструкції, робота та розрахунок пристосування для виконання складальних робіт. 2.2. Призначення, опис конструкції, робота та розрахунок пристосування для контролю. 2.3. Призначення, опис конструкції, робота та розрахунок пристосування для випробування. Висновки до розділу. Загальні висновки до дипломного проекту.**

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 1. Креслення варіатора. 2. Структурна схема складання варіатора. 3. Технологічна схема складання варіатора. 4. Прес пневматичний. 5. Стенд контрольний. 6. Стенд випробувальний. 7. Планування ділянки цеху для складання варіатора. 8. Деталювання розробленого пристосування.

6. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 16 березня 2019 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	<i>Опис конструкції варіатора грибовидного фрикційного, його призначення та область використання</i>	<i>02.04.2019р.</i>	
2	<i>Розрахунок технологічності варіатора</i>	<i>16.04.2019 р.</i>	
3	<i>Проектування структурної та технологічної схеми складання варіатора</i>	<i>30.04.2019 р.</i>	
4	<i>Проектування технологічного процесу складання варіатора</i>	<i>10.05.2019 р.</i>	
5	<i>Проектування пристосування для автоматизації складальних робіт</i>	<i>16.05.2019 р.</i>	
6	<i>Проектування пристосування для контролю варіатора.</i>	<i>21.05.2019 р.</i>	
7	<i>Проектування пристосування для обкатки варіатора.</i>	<i>23.05.2019 р.</i>	
8	<i>Проектування плану ділянки складання варіатора.</i>	<i>28.05.2019 р.</i>	
9	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічної частини проекту.</i>	<i>30.05.2019 р.</i>	

Студент  
Керівник проекту

О.І. Андрушко  
С.П. Вислоух

## ЗМІСТ

АННОТАЦІЯ.....	9
ANNOTATION .....	10
ВСТУП.....	11
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	12
1.1 Фрикційні передачі .....	13
1.1.1 Застосування фрикційних передач .....	13
1.1.2 Класифікація, переваги і недоліки фрикційних передач.....	13
1.2 Варіатор. Грибовидний фрикціон .....	14
1.2.1 Призначення та опис конструкції варіатора .....	14
1.2.2 Принцип роботи варіатора.....	17
1.2.3 Технічні характеристики варіатора .....	18
1.2.4 Технічні вимоги до варіатора .....	19
1.2.5 Технічне обслуговування варіатора .....	21
1.3 Розрахунок технологічності виробу.....	22
1.3.1 Додаткові показники технологічності.....	25
1.3.2 Комплексний показник технологічності виробу .....	29
1.4 Проектування структурної схеми складання.....	29
1.5 Проектування технологічної схеми складання.....	30
1.6 Вибір обладнання та інструментів .....	32
1.6.1 Вибір обладнання та пристосувань .....	32
1.6.2 Вибір інструменту .....	41
1.7 Розробка технологічного процесу складання варіатора грибовидного фрикційного.....	45

1.7.1	Порядок розробки технологічного процесу складання.....	46
1.7.2	Встановлення плану і методів складання .....	46
1.7.3	Технологічна документація для розробки технологічного процесу ....	47
1.8	Опис існуючого виробництва та задачі з його вдосконалення. Автоматизація виробництва .....	47
1.8.1.	Роль автоматизації виробництва в технічному прогресі.....	50
1.8.2.	Структура автоматизованих виробничих процесів в умовах різного типу виробництва.....	52
1.8.3.	Виробничий процес і його елементи.....	53
1.8.4.	Визначення типу виробництва .....	53
1.9	Розрахунок геометричної точності складання.....	55
1.9.1	Пряма задача.....	56
1.9.2	Обернена задача .....	59
1.10.	Розрахунок кількості основного і допоміжного технологічного обладнання .....	62
1.11	розрахунок економічної ефективності проекту ділянки.....	65
	Висновки до розділу .....	67
2.	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	68
2.1	Прес пневматичний .....	69
2.2	Стенд контрольний .....	74
	Робота стенда полягає в наступному .....	80
2.2.3	Розрахунок параметрів стенда.....	80
2.3	Стенд для обкатки варіатору .....	82
2.3.1	Опис конструкції стенда .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
2.3.2	Робота стенда.....	85

2.3.3 Розрахунок параметрів стенда.....	85
Висновки до розділу .....	87
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	88
ДОДАТКИ .....	92
ДОДАТОК А. Специфікації до креслень.....	93
ДОДАТОК Б. Карти технологічного процесу складання .....	94
ДОДАТОК В. Графічна частина дипломного проекту .....	95



## АННОТАЦІЯ

Темою дипломного проекту є проектування дільниці цеху складання виробу «Варіатор грибовидний фрикційний» (надалі «Варіатор»).

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка містить технологічний та конструкторський розділ.

В технологічному розділі представлено опис конструкції виробу та вузлів, з яких він складається, перевірка виробу на технологічність, визначено тип виробництва. Розроблено технологічний процес складання виробу, що включає в себе розчленування виробу на більш прості елементи, такі як вузли та деталі, розробка структурної та технологічної схем складання й створення на їх базі маршрутно-операційної технології. Виконано розрахунок геометричної точності складальних робіт. Виконано вибір необхідного обладнання, пристосувань та допоміжних інструментів для кожної операції технологічного процесу.

В конструкторському розділі представлено проектування спеціального пристосування та стендів контролю та випробування варіатору. Наведено призначення, опис конструкції, роботу та розрахунок пристосування для складання варіатора, контрольного та випробувального стендів. Представлено основи проектування дільниці цеху складання виробу.

Графічна частина проекту включає складальне креслення виробу, креслення складальних одиниць та їх специфікації, креслення пневматичного пресу, креслення стенду для контролю, креслення випробувального стенду, специфікації пресу та розроблених стендів, маршрутно-операційні карти, карти обладнання та інструменту.

Ключові слова: варіатор грибовидний фрикційний, технологія складання, дільниця складального цеху, прес пневматичний, стенд для контролю частоти обертання, стенд для обкатки виробу.

## ANNOTATION

The topic of the diploma project is the design of a workshop assembly site for the "Mushroom Friction Variants" (hereinafter "Variator").

The diploma project consists of an explanatory note and a graphic part. The explanatory note contains a technological and design section.

The technological section describes the design of the product and the components from which it is composed, the product is checked for technological readiness, the type of production is determined. The technological process of product compilation is developed, which includes the dismemberment of the product into more simple elements such as nodes and parts, the development of structural and technological schemes of assembly and creation of routing-operating technology based on them. Calculation of geometric accuracy of assembly works is executed. The choice of the necessary equipment, adaptations and auxiliary tools for each operation of the technological process is performed.

In the design section the design of a special device and test and control bench for the variator is presented. The purpose, design description, work and calculation of the device for the assembly of the variator, control and test stands are given. The basics of design of the workshop assembly area are presented.

The graphic part of the project includes assembly drawing of the product, drawings of assembly units and their specifications, drawing of the pneumatic press, drawing of the booth for control, drawing of the test stand, specifications of the press and developed stands, route-operational maps, equipment and instrument cards.

Key words: mushroom friction variator, assembly technology, assembly station assembly, press, pneumatic press, stand for control of the rotational speed, stand for turning the product.

## ВСТУП

Приладобудування – дуже важлива галузь промисловості. Життя без приладів нині неможливе оскільки пред’являються високі вимоги до точності різних конструкцій, механізмів, машин тощо. Тобто, для створення більш точних конструкцій з кожним роком необхідне виготовлення їх елементів і приладів, які будуть контролювати параметри уже створених виробів, нові та більш прогресивні технології їх складання.

Нові технології звичайно ж доторкнулися всіх галузей, зокрема і приладобудування.

Значного прогресу досягла і галузь складання приладів, яку було значною мірою механізовано і автоматизовано, завдяки використанню автоматів, напівавтоматів, автоматичних ліній (їх транспортуючих механізмів, такі як різні конвеєри і пневмотранспортні установки), промислових роботів, автоматизованого контролю і регулювання приладів. Завдяки масовій автоматизації, яка зменшує витрати на ручну роботу, час виконання, значно зменшує похибки на виробництві, прилади вдосконалили всі галузі нашого життя, вони підвищили точність, довговічність, стійкість виробів до несприятливих умов.

Отже, перші ручні методи складання і використовуване при цьому обладнання, здавалося вже, куди вже йти далі. Але, з підвищенням вимог до якості виробів, технології продовжували вдосконалюватися, на сьогодні вони представляють собою майже кінцевий варіант, тобто повна автоматизація, спрощення процесів виробництва, скорочення часу на виробництво, збільшення обсягу та зменшення собівартості.

Метою дипломного проекту є отримання практичних навичок в проектуванні технологічних процесів складання приладів, розробки контрольних пристосувань та стендів, проектування ділянки складального цеху, максимально можлива автоматизація виробництва.

## 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 1.1. Фрикційні передачі

Фрикційна передача — один із різновидів механічної передачі, що служить для передачі обертового моменту між близько розташованими валами при відсутності жорстких вимог до стабільності передавального відношення.

#### 1.1.1. Застосування фрикційних передач

Фрикційні передачі використовують не тільки для передавання обертового руху, але широко застосовують для перетворення обертового руху в поступальний — у всіх наземних транспортних машинах (колесо і рейка або дорога), а також у металургійній промисловості (прокатні стани), де передавання руху за рахунок тертя є основою технологічного процесу.

Вигідне застосування фрикційних передач у варіаторах — механізмах для безступеневого регулювання кутової швидкості. За допомогою фрикційної передачі можна забезпечити достатньо велике передаточне число, але через обмеження габаритних розмірів передачі рекомендують брати  $U \leq 10$ . Коефіцієнт корисної дії (ККД) фрикційних передач коливається в межах  $\eta = 0,90 \dots 0,95$ .

#### 1.1.2. Класифікація, переваги і недоліки фрикційних передач [1].

Всі фрикційні передачі класифікуються за такими ознаками:

- орієнтацією осей: паралельні, осі перетинаються;
- формою ободу: гладкий, клиновий;
- типом дотикання: внутрішнє, зовнішнє тощо.

Перевагами фрикційних передач є:

- простота конструкції;
- безшумність;
- рівномірність обертання;
- можливість застосовувати їх при високих швидкостях;
- проковзування (властивість запобігати перевантаженням веденого валу, що унеможливорює поломку передачі).

До недоліків фрикційних передач відносяться:

- необхідність використовувати спеціальні притискальні пристрої;
- великі навантаження на вали і підшипники;
- проковзування (нестабільність передавального відношення).

## 1.2. Варіатор. Грибовидний фрикціон

Варіатор – механічна передача, що дозволяє автоматично або вручну змінювати передатне відношення. Схема фрикційного фрикціону наведено на рис. 1.1.



Рис 1.1. Схема грибовидного фрикціону.

Грибоподібний фрикціон застосовується укупі з лобової передачею в приладах і вигідно відрізняється від останньої більшою компактністю. Однак в даній передачі не має місця лінійна залежність між кутом повороту грибовидного фрикціону і швидкістю обертання ролика; тому в ланцюг управління доводиться вводити синусний механізм або ексцентрик [2].

### 1.2.1. Призначення та опис конструкції варіатора

На рисунку 1.2 наведено ескіз варіатора грибовидного фрикційного, а на кресленні ДП ПБ5101.1702.001 СК представлено його загальний вигляд.

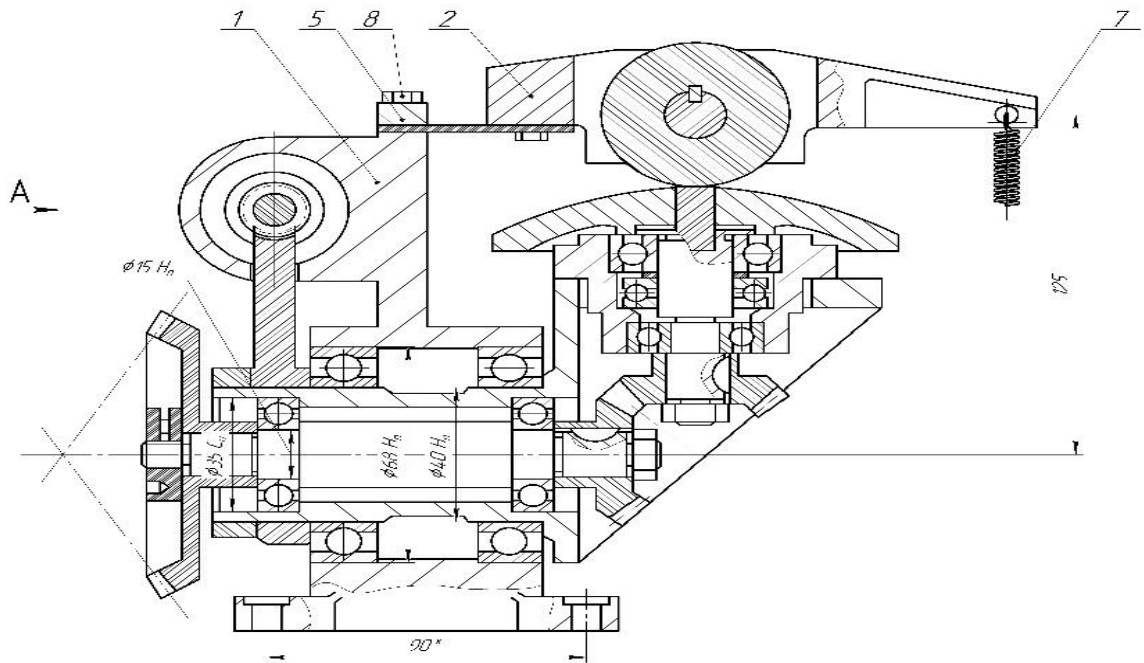


Рис. 1.2. Ескіз варіатора грибовидного фрикційного.

Даний тип варіаторів призначений для передачі значних крутних моментів і безступеневої зміни передатного відношення.

Варіатор грибовидний фрикційний (рис. 1.2) складається з 3 складальних одиниць (корпус в складі ДП ПБ5101.1702 002 СК (рис. 1.3), гніздо в складі ДП ПБ5101.1702 003 СК (рис. 1.4), головка в складі ДП ПБ5101.1702 004 СК (рис. 1.5) та 10 деталей, які не входять в складальні одиниці. Загальна кількість деталей – 50 шт.

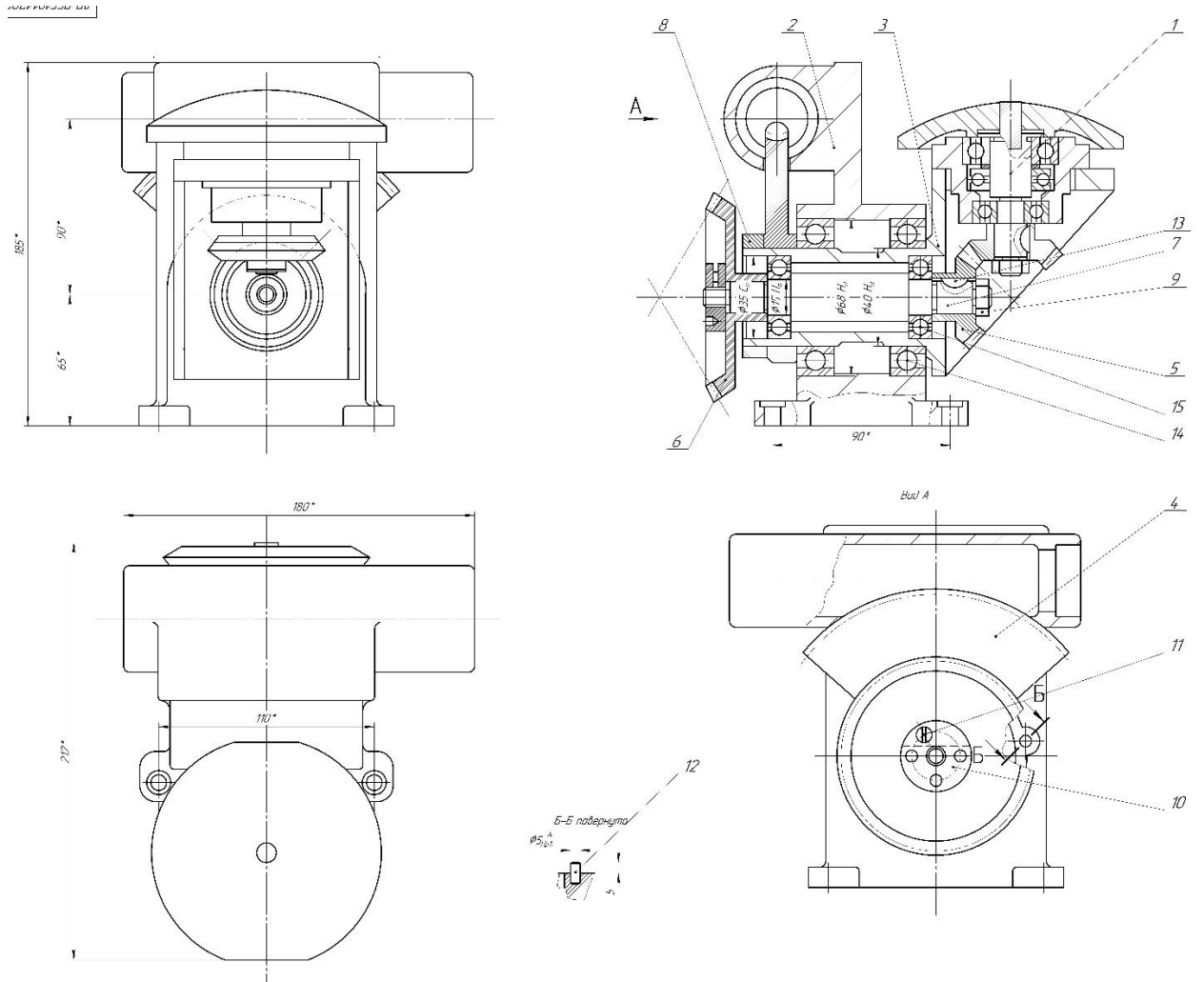


Рис.1.3. Ескіз креслення корпусу в складі.

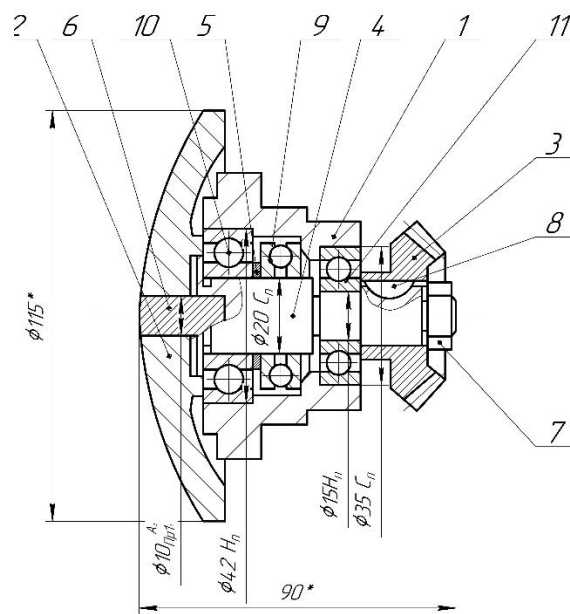


Рис. 1.4. Ескіз креслення гніздо в складі.



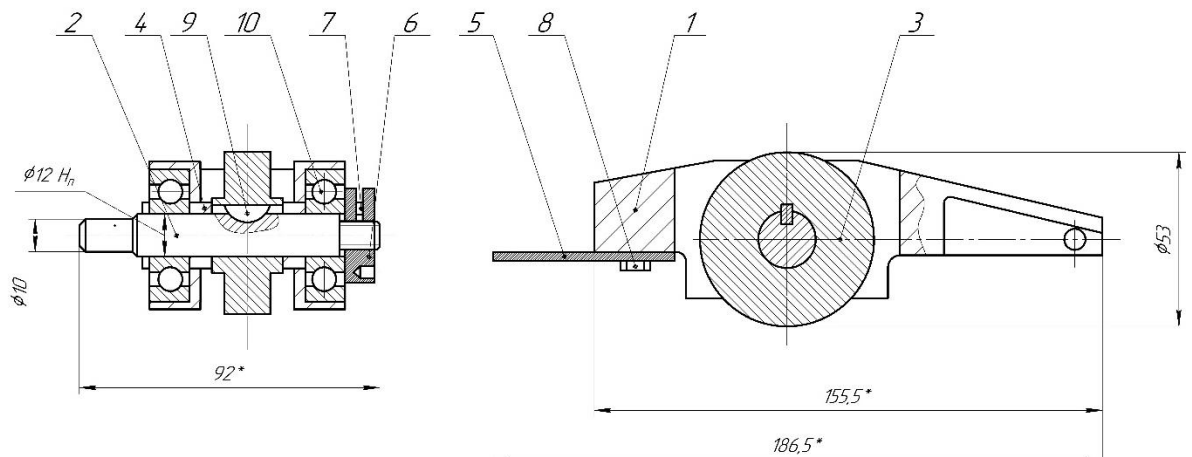


Рис. 1.5. Ескіз креслення головки в складі.

### 1.2.2. Принцип роботи варіатора

Підключене до двигуна вхідне конічне колесо (поз. 6, рис. 1.3) передає обертальний рух на вхідний вал (поз. 7, рис. 1.3). Через шпонку (поз. 13, рис. 1.3) обертальний рух передається на конічне колесо (поз. 5, рис. 1.3). Через зчеплення цього колеса з іншим конічним колесом (поз. 3, рис. 1.4) через шпонку (поз. 8, рис. 1.4) рух передається на проміжну вісь (поз. 4, рис. 1.4). Остання через втулку (поз. 6, рис. 1.4) жорстко з'єднана з фрикціоном грибовидним (поз. 2, рис. 1.4), який дає змогу передати рух на ролик (поз. 3, рис. 1.5) через шпонку (поз. 9, рис. 1.5) на вихідний вал (поз. 2, рис. 1.3). Зміна частоти обертів вихідного валу здійснюється за допомоги повороту проміжної осі з фрикціоном грибовидним на деякий кут  $\alpha$ . Завдяки цьому змінюється відстань від точки контакту ролика зі фрикціоном грибовидним до осі обертання фрикціона.

Поворот осі з фрикціоном на певний кут здійснюють за допомоги конічного колеса (поз. 4, рис. 1.2) через штифт (поз. 9, рис. 1.2) і черв'яка (поз. 3, рис. 1.2), які повертають сектор (поз. 4, рис. 1.3).

Необхідна сила піджиму створюється за допомоги пружини (поз. 7, рис. 1.2).

### 1.2.3. Технічні характеристики варіатора

В таблиці 1.1 представлено технічні характеристики варіатора фрикційного, що є об'єктом складання в дипломному проєкті.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики варіатора

Діапазон регулювання, Д		6
Частота обертання, об/хв	* $n_1$	750
	** $n_{2min}$	335
Передавальна потужність, кВт	при $n_{2min}$	1.4
	при $n_{2max}$	2.5
Крутний момент на вихідному валу Н*мм	при $n_{2min}$	$4 \cdot 10^4$
	при $n_{2max}$	$1.2 \cdot 10^4$
Передаточне відношення	$i_{min}$	0
	$i_{max}$	2.19
Частота обертів, об/хв	$n_{2max}$	2010

Де  $n_1$  - кількість обертів на вхідному валу;

$n_{2min}$  - мінімальна кількість обертів на вихідному валу;

$n_{2max}$  - максимальна кількість обертів на вихідному валу [3].

$$n_{2max} = Д \cdot n_{2min} = 6 \cdot 335 = 2010 \quad (1.1)$$

$$i_{min} = \frac{(1-\varepsilon)R_1 \sin \alpha}{R_2} = \frac{(1-0.015) \cdot 118 \cdot \sin 0^\circ}{26.5} = 0; \quad (1.2)$$

Де  $\varepsilon$  – геометричне ковзання в передачі (0.01÷0.02) [4].

$R_1$  — радіус сфери «гриба»;

$R_2$  — радіус ролика;

$$i_{max} = \frac{(1-\varepsilon)R_1 \sin \alpha}{R_2} = \frac{(1-0.015) \cdot 118 \cdot \sin 30^\circ}{26.5} = 2.19 [5]. \quad (1.3)$$

#### 1.2.4. Технічні вимоги до варіатора

Варіатори повинні відповідати вимогам стандартів і технічних умов на варіатори конкретних типорозмірів і допускати експлуатацію в наступних умовах [6]:

- навантаження постійне або змінне в одного напрямку;
- робота тривала (до 24 год на добу) або з періодичними зупинками;
- обертання валів в будь-яку сторону.

Варіатори повинні допускати короточасні перенавантаження, що виникають під час пусків і перевищують номінальні навантаження в два рази, при числі пусків не більше трьох в годину. При числі пусків більше трьох перевантаження повинне бути встановлене в нормативних документах (НД) на варіатори конкретних типорозмірів.

Повний 90%-ий ресурс деталей і вузлів віріаторів при роботі з постійним номінальним крутним моментом на вихідному валу одного напрямку в межах діапазону регулювання з однаковою тривалістю роботи на мінімальній, середній і максимальній частотах обертання повинен бути, не менше:

5000 - для підшипників;

Встановлене безвідмовне напруцювання, повний середній термін служби, а також критерії відмов і граничних станів повинні бути встановлені в НД на варіатори конкретних типорозмірів.

Шорсткість конусної робочої поверхні дисків (середнє арифметичне відхилення профілю Ra) по ГОСТ 2789 повинна бути не більше 0,8 мкм.

Попадання мастильного матеріалу в корпус, де розташовані ведучий і ведений диски варіатора, не допускається.

Номінальні діаметри отворів під фундаментні болти і граничні відхилення - по ГОСТ 11284.

Допуск паралельності або перпендикулярності осей кінців валів щодо непофарбованої опорної поверхні варіатора - не більше ніж для 12-го ступеня точності по ГОСТ 24643.

На деталях не допускаються тріщини, перетискання і інші дефекти, що порушують їх міцність.

Варіатори повинні бути стійкими до впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища відповідно до вимог ГОСТ 15150 для кліматичних виконань У і Т категорій розміщення 1-3, кліматичних виконань УХЛ і 0 категорії розміщення 4.

Маркування повинно бути чітким і стійким до стирання.

Кожен варіатор повинен бути законсервований відповідно до ГОСТ 9.014 для групи виробів II-2, варіант захисту ВЗ-1. Консервація повинна охороняти варіатор від корозії протягом трьох років при дотриманні умов транспортування і зберігання.

Варіатори повинні бути упаковані відповідно до вимог нормативного документа на упаковку. Спосіб упаковки повинен бути зазначений в НД на варіатори конкретних типорозмірів.

Варіатори для експорту повинні бути упаковані в дерев'яні нерозбірні ящики, виготовлені за кресленнями виробника відповідно до вимог ГОСТ 24634, типи I-VII по ГОСТ 2991, категорія упаковки КУ-1 по ГОСТ 23170.

Комплектуючі вироби, можливість пошкодження яких при транспортуванні не виключається, повинні бути зняті і повинні поставлятися в упакованому стані. Всі отвори, що з'єднують внутрішні порожнини варіатора з атмосферою, крім віддушин, повинні бути закриті.

При зовнішньому огляді слід перевіряти зовнішній вигляд лакофарбових покриттів, консервацію, упаковку, маркування, комплектність, шкалу показчика частот обертання вихідного валу і можливість строкування.

При випробуваннях під навантаженням перевіряють функціонування варіатора при номінальних крутних моментах для відповідних частот обертання, коректований рівень звукової потужності. Рівень навантаження і тривалість випробувань під навантаженням встановлюють в стандартах або НД на варіатори конкретних типорозмірів.

При отриманні незадовільних результатів вибірових випробувань слід проводити повторні випробування подвоєного числа варіаторів. Результати повторних випробувань є остаточними і поширюються на всю партію. За партію приймають змінний випуск варіаторів одного типорозміру.

Періодичні випробування варіаторів слід проводити не рідше ніж через кожні три роки. Випробуванням піддають не менше трьох зразків одного типорозміру, які пройшли приймально-здавальні випробування. При випуску ряду однотипних варіаторів допускається випробовувати кілька представників, але не менше 25% загального числа типорозмірів, що входять в ряд.

Якщо під час періодичних випробувань хоча б один з варіаторів не буде відповідати встановленим вимогам, то слід проводити повторні випробування подвоєного числа варіаторів. При отриманні негативних результатів повторних періодичних випробувань приймання варіаторів припиняється, приймається рішення про подальше їх виробництво.

Типовим випробуванням піддають варіатори, виготовлені з урахуванням внесених в документацію попередніх змін. Якщо ефективність і доцільність внесених змін підтверджені позитивними результатами типових випробувань, то ці зміни вносять у документацію на варіатори в установленому порядку [6].

#### 1.2.5. Технічне обслуговування варіатора

Контроль шумових характеристик – по ГОСТ 12.1.028. Для приймально-здавальних випробувань - згідно з технічними умовами на варіатори конкретних типорозмірів [6].

Умови транспортування варіаторів для кліматичних виконань У - за умовами зберігання 5, для кліматичного виконання Т - за умовами зберігання 6 ГОСТ 15150.

Термін перебування в умовах транспортування - не більше 6 міс.

Умови зберігання варіаторів - 2 для кліматичних виконань У, УХЛ і 6 - для кліматичного виконання Т по ГОСТ 15150. Варіатори повинні зберігатися без зіткнення один з одним на рівних поверхнях, що не піддаються вібрації.

Паспорт, складений за ГОСТ 2.601, додатково повинен містити правила по установці, підготовці до роботи і технічного обслуговування варіатора.

Правила по підготовці до роботи повинні передбачати [6]:

- злив конденсату (при необхідності);
- вибір мастильного матеріалу і його кількість;
- забезпечення дії системи охолодження (при необхідності).

### 1.3 Розрахунок технологічності виробу

Технологічність конструкцій виробу – це сукупність властивостей, що проявляються в можливості досягнення оптимальних затрат праці, засобів, матеріалів і часу, при технічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації та ремонті порівняно з відповідними показниками однотипних конструкцій виробів того ж призначення при забезпеченні, стандартах значень показників якості та прийнятих умов виготовлення, експлуатації, ремонту [7].

До умов виготовлення відносять: тип виробництва, спеціалізацію програми, організацію виробництва, а також технологічний процес.

Якісними характеристиками технологічності є [7]:

- взаємозамінність – це властивість конструкції замінити іншу без додаткової обробки з збереженням якості виробу;
- регульованість – забезпечує можливість і зручність регулювання при складанні, технічному обслуговуванні та ремонті для досягнення працездатності;
- контролепридатність – забезпечує можливість, зручність і надійність контролю при виготовленні, обслуговуванні та ремонті;

– інструментальна доступність – забезпечує вільний доступ інструменту до поверхонь конструкції при виготовленні, контролі, випробуванні, обслуговуванні та ремонті.

Кількісна характеристика (основний показник технологічності конструкції) [7]:

- базовий показник - це показник прийнятий за вихідний при порівняльному оцінюванні. Регламентуються директивними документами (ТУ);
- рівень технологічності конструкції – це показник, який визначається стосовно значення відповідного базового показника;
- показник конструкції, що проектується, – це досягнуті показники на певній стадії розроблення;
- технологічною конструкція машини комплексу лінії вважається такою, значення показників технологічності якої відповідають базовим показникам;
- технологічний контроль конструкторської документації з метою забезпечення виробничої технологічності розроблюваної конструкції виробу;
- відпрацювання конструкції виробу на технологічність – це комплекс міроприємств для забезпечення необхідного рівня технологічності конструкції виробу за встановленими показниками.

Технологічність конструкцій поділяють на 11 видів [7]:

- виробнича технологічність – стосовно її виготовлення;
- експлуатаційна – стосовно виконання технічного обслуговування та ремонту;
- ремонтна – експлуатаційна технологічність, що визначається стосовно ремонту;
- технологічність обслуговування – це технологічність, що визначається стосовно підготовки й обслуговування транспортування, зберігання та ін;
- технологічність конструкції деталі – це сукупність властивостей, що проявляються в можливості оптимальних затрат праці, засобів, матеріалу і часу при технологічній підготовці її виробництва, виготовлення, експлуатації та ремонту, забезпеченні технологічності складальної одиниці;

– технологічність конструкції заготовки – це сукупність властивостей, що проявляються в можливості оптимальних затрат, засобів праці, матеріалу і часу при її виготовленні в прийнятих умовах виробництва, а також забезпеченні технологічності деталі, що з неї виготовляється, і вузла в цілому;

– технологічність конструкції складальної одиниці - така ж сукупність властивостей, яка забезпечує технологічність машини;

– технологічність конструкції за розмірами – це технологічність, яка визначається вибором розмірів і їх відхилень;

– технологічність конструкції в процесі виготовлення визначається стосовно одного процесу з урахуванням можливості отримання технологічності конструкції на наступних операціях;

– технологічність за формою поверхні визначається вибором форми, розмірів, відхилень і якості поверхонь;

– технологічність за матеріалами характеризується властивостями та вартістю матеріалу.

При відпрацюванні конструкції на технологічність остання повинна забезпечити [7]:

- зниження трудомісткості й собівартості виготовлення деталі;
- підвищення серійності при виготовленні шляхом стандартизації, уніфікації та групування деталей і їх елементів за конструктивними признаками;
- обмеження номенклатури конструкцій та матеріалів;
- використання освоєних у виробництві конструктивних рішень, які відповідають сучасним вимогам;
- зниження маси виробу;
- застосування високопродуктивних типових технологічних процесів і засобів технологічного оснащення.

На конструкцію зазвичай покладають відповідальну роль у процесі створення моделей виробів, також вона передбачає найраціональніший технологічний процес виготовлення, оптимальне використання різних видів



ресурсів. Отже, насамперед, технологічність виробів - це складний взаємозв'язок між конструктивним рішенням та виробництвом. [7]

Технологічність можна оцінювати якісно і кількісно. Якісна оцінка характеризує технологічність виробу узагальнено, на основі широких надбань виробничого досвіду. Якісна оцінка визначається експертним опитуванням і рейтингом або пріоритетом новизни [8].

Кількісно технологічність можна оцінити числовими показниками, які висвітлюють ступінь відповідності до певних вимог технологічності. Якісна оцінка технологічності доцільна тільки за тими показниками і властивостями виробів, які суттєво впливають на досягнення конкретних вимог з боку виробника [8].

#### 1.3.1. Додаткові показники технологічності

В таблиці 1.2 представлено види деталей варіатора, що отримано із специфікацій до специфікацій до креслень на виріб.

Таблиця 1.2. Перелік деталей варіатора та їх вид.

№	Назва деталі	Кількість деталей	Уніфікація
1	Корпус 1	1	н/уніф
2	Корпус 2	1	н/уніф
3	Гніздо	1	н/уніф
4	Фрикціон грибовидний	1	н/уніф
5	Головка	1	н/уніф
6	Червяк	1	н/уніф
7	Сектор	1	н/уніф
8	Колесо зубчате конічне	2	н/уніф
9	Колесо зубчате конічне	1	н/уніф
10	Колесо зубчате	1	н/уніф
11	Вал	1	н/уніф
12	Вісь 1	1	н/уніф

№	Назва деталі	Кількість деталей	Уніфікація
13	Вісь 2	1	н/уніф
14	Ролик	1	н/уніф
15	Пластина	1	н/уніф
16	Планка	1	н/уніф
17	Втулка 1	2	н/уніф
18	Втулка 2	1	н/уніф
19	Втулка 3	1	н/уніф
20	Кільце запорне	1	н/уніф
21	Пружина	1	н/уніф
22	Гайка кругла	1	н/уніф
23	Гайка кругла	2	н/уніф
24	Гайка спеціальна	2	н/уніф
25	Болт	2	уніф
26	Гвинт	2	уніф
27	Гвинт	2	уніф
28	Штифт	1	уніф
29	Штифт	1	уніф
30	Шпонка сегментна	3	уніф
31	Шарикопідшипник	1	уніф
32	Шарикопідшипник	1	уніф
33	Шарикопідшипник	2	уніф
34	Шарикопідшипник	4	уніф
35	Шарикопідшипник	3	уніф

В таблиці 1.3 представлено види складальних одиниць варіатора

Таблиця 1.3. Види складальних одиниць варіатора.

Назва СО	Кількість	Уніфікація
Корпус в складі	1	н/уніф
Головка в складі	1	н/уніф
Гніздо в складі	1	н/уніф

В таблиці 1.4 види операцій технологічного процесу виготовлення варіатора.

Таблиця 1.4. Види технологічних операцій.

№	Назва операції	Уніфікація
1	Промити	уніф
2	Комплектувати	уніф
3	Сушіння	уніф
4	Встановити	н/уніф
5	Загвинтити	уніф
6	Запресувати	н/уніф
7	Закріпити	уніф
8	Піджати	уніф
9	Контролювати	н/уніф
10	Випробування	н/уніф

#### 1.3.1.1. Критерій складності виробу

Коефіцієнт складності виробу визначається за формулою [9]:

$$K_{\text{скл}} = \frac{N_{\Sigma}}{n_{\Sigma}} \quad (1.4)$$

$N_{\Sigma}$  - число основних складальних одиниць виробу;

$n_{\Sigma}$  - число всіх деталей виробу по специфікації;

$K_{\text{скл}} < 0,2$  – технологічність незадовільна;

$0,2 < K_{\text{скл}} < 0,4$  – технологічність задовольна;

$K_{\text{скл}} > 0,4$  – технологічність добра;

$K_{\text{скл}} = \frac{3}{50} = 0,06$  – технологічність незадовільна;

#### 1.3.1.2. Критерій уніфікації виробу.

Коефіцієнт уніфікації виробу визначається за формулою [9]:

$$K_y = \frac{(Ny + ny)}{(N\Sigma + n\Sigma)} \quad (1.5)$$

$N_y$  – число уніфікованих складальних одиниць;

$n_y$  – число уніфікованих деталей;

$K_y < 0,25$  – технологічність незадовільна;

$0,25 < K_y < 0,5$  – технологічність задовільна;

$K_y > 0,5$  – технологічність добра;

$K_y = \frac{0+22}{3+50} = \frac{22}{53} = 0,42$  – технологічність задовільна;

#### 1.3.1.3. Показник уніфікації складальних одиниць

Коефіцієнт уніфікації складальних одиниць визначається за формулою [9]:

$$K_{\text{усо}} = \frac{Ny}{N\Sigma} \quad (1.6)$$

$K_{\text{усо}} < 0,2$  – технологічність незадовільна;

$0,2 < K_{\text{усо}} < 0,4$  – технологічність задовільна;

$K_{\text{усо}} > 0,4$  – технологічність добра;

$K_{\text{усо}} = \frac{0}{3} = 0$  – технологічність незадовільна;

#### 1.3.1.4. Показник уніфікації деталей

Коефіцієнт уніфікації деталей визначається за формулою [9]:

$$K_{\text{уд}} = \frac{ny}{n\Sigma} \quad (1.7)$$

$K_{\text{уд}} < 0,3$  – технологічність незадовільна;

$0,3 < K_{\text{уд}} < 0,6$  – технологічність задовільна;

$K_{\text{уд}} > 0,6$  – технологічність добра;

$K_{\text{уд}} = \frac{22}{50} = 0,44$  – задовільна технологічність;

### 1.3.1.5. Показник уніфікації технологічного процесу

Коефіцієнт уніфікації технологічного процесу визначається за формулою [9]:

$$K_{\text{ун.опер.}} = \frac{K_{\text{ун.опер.}}}{K_{\text{заг.опер}}} \quad (1.8)$$

$K_{\text{ун.опер.}} < 0,5$  – технологічність незадовільна;

$0,5 < K_{\text{ун.опер.}} < 0,75$  – технологічність задовільна;

$K_{\text{ун.опер.}} > 0,75$  – технологічність добра;

$K_{\text{ун.опер.}} = \frac{6}{10} = 0,6$  – технологічність задовільна;

### 1.3.2 Комплексний показник технологічності виробу

Комплексний показник технологічності виробу розраховується за формулою [9]:

$$K_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (1.9)$$

$n$  – загальна кількість показників технологічності;

$K_{\Sigma} < 0,3$  – технологічність незадовільна;

$0,3 < K_{\Sigma} < 0,5$  – технологічність задовільна;

$K_{\Sigma} > 0,5$  – технологічність добра; [9]

$K_{\Sigma} = \frac{0,56+0,42+0+0,44+0,6}{5} = 0,404$  – технологічність задовільна.

Отже, в результаті розрахунків було отримано задовільну технологічність приладу. Це пов'язано з малою кількістю уніфікованих деталей та складальних одиниць, але достатньою кількістю уніфікованих операцій, що в результаті дозволить компенсувати час виготовлення та дозволить зменшити собівартість виробу.

### 1.4. Проектування структурної схеми складання

Перед тим щоб розпочати створення технологічного процесу складання необхідно спочатку пройти етап розробки схеми ступенів складання та технологічної схеми складання, які є підготовчим етапом у проектуванні всього технологічного процесу складання [9].

Структурна схема складання виробу отримується на основі аналізу конструкторської документації: креслень, специфікацій, комплектувальних відомостей і технічних умов. Готовий виріб ділиться на окремі компоненти складання – складальні одиниці та деталі. Залежно від складності ці елементи розміщують за ступенями схеми складання.

Деталі можуть безпосередньо входити у виріб на будь-якому рівні членування [10].

Сумарна кількість деталей які входять до складу приладу – 50 шт.

До складу приладу входять 35 різних найменувань деталей, які наведені в таблиці 1.2.

Ці деталі можна скласти в процесі складання в три складальні одиниці, такі як:

- корпус в складі ДП ПБ5101.1702 002 СК (рис. 1.3);
- гніздо в складі ДП ПБ5101.1702 003 СК (рис. 1.4);
- головка в складі ДП ПБ5101.1702 004 СК (рис. 1.5).

Структурна схема складання ДП ПБ5101.1702.005 СХ представлена в графічній частині дипломного проекту.

### 1.5. Проектування технологічної схеми складання

Побудова технологічної схеми складання є необхідним кроком, що передуює розробленню технологічного процесу складання.

Технологічна схема складання містить окремі гілки вузлових складань і показує поетапне загальне складання приладу [9].

Кожна гілка починається з базової деталі або вузла, в основному беруть складні базові деталі або складальні одиниці нижчих ступенів складання.

Складальний процес зображується на схемі лінією зліва – направо, де кожен вузол являє собою один перехід операції. Розглядаючи гілки складання складальної одиниці вищого ступеня складання даного приладу, схему розвертають за годинниковою стрілкою на  $90^\circ$ , а будуючи гілки складання складальних одиниць нижчих ступенів, які входять до складніших складальних

одиниць, додатково обертають у той самий бік. Знизу на лінію складання подаються складальні одиниці нижчих ступенів складання та основні деталі приладу, а згори або зліва – стандартні та нормалізовані деталі. [9]

Правильне членування виробу на вузли різних порядків дозволяє правильно організувати процес складання, визначити черговість запуску окремих деталей у виробництво, тобто раціонально організувати виготовлення виробу. При цьому вузли можуть збиратися паралельно в часі, що значно підвищує продуктивність праці.

Деталі можуть безпосередньо входити у виріб на будь-якому рівні членування.

Схема може бути схемою загального або вузлового складання.

При цьому складальні одиниці першого порядку (ті, що входять безпосередньо в виріб), а також інших порядків можуть бути подані своїми схемами складання.

За необхідності у точках приєднання елементів виробу зазначають спосіб з'єднання: спаяти, згвинтити, зашплінтувати тощо.

На даний час існує досить велика кількість систем автоматизованого проектування (Компас, Автокад, SolidWorks тощо), які дозволяють створювати як статичні, так і динамічні 3D - моделі деталей, складальних одиниць та машин у цілому.

Таке проектування забезпечує наочність розміщення деталей у виробі, дозволяє моделювати послідовність складання.

При цьому з'являється можливість на етапі конструювання виробу оцінювати не тільки простоту з'єднання окремих елементів виробу, а й доступність засобів технологічного оснащення складання – ключів, молотків, тощо.

Це, у свою чергу, ще більше підвищує як якість проектування виробу, так і створює умови для оптимізації технологічного процесу складання.[11]

Технологічна схема складання ПБ5101.1702.006 СХ наведена в графічній частині дипломного проекту.

### 1.6. Вибір обладнання та інструментів

При розробці проектної технології вибір технологічного обладнання обмежується економічними міркуваннями.

Вибір технологічного обладнання повинен базуватись на аналізі витрат на реалізацію технологічного процесу в межах життєвого циклу виробів при заданій їх якості. Результати аналізу подають відношенням: основних часів, штучних часів, приведених затрат при виконанні робіт на різному обладнанні.

Обладнання вибирають за головним критерієм, що найбільше виявляє його функціональне призначення і технологічні можливості [7].

#### 1.6.1. Вибір обладнання та пристосувань

При виборі пристроїв керуються наступними міркуваннями[7]:

- вибір пристосувань повинен базуватися на аналізі витрат на реалізацію технологічного процесу у встановлений проміжок часу при заданій кількості виробів. Аналіз повинен передбачати порівняння варіантів пристроїв, що відповідають однаковим вимогам і забезпечують вирішення однакових завдань у конкретних виробничих умовах;

- вибір уніфікованого пристрою багато в чому відрізняється від вибору звичайного оснащення. Як правило, цю роботу виконує конструктор по оснащенню. Технолог лише вказує необхідну систему пристрою і приводить схему базування;

- при виборі пристроїв необхідно використовувати таку документацію: нормативно-технічну (стандарти на пристрої та їх деталі, стандарти на терміни і визначення технологічного оснащення); технічну (альбоми типових конструкцій пристроїв, каталоги і паспорти на технологічне обладнання, інструктивно методичні матеріали щодо вибору технологічного оснащення).

- при техніко-економічному обґрунтуванні вибору пристроїв розраховується коефіцієнт завантаження пристрою та затрати на оснащення операцій.



#### 1.6.1.1. Ванна для мийки деталей електрична 15л TORIN TRG4001-3.5

Для виконання технологічної промивки деталей перед складанням виробу використовується ванна, загальний вигляд якої наведено на рис.1.6, а її технічні характеристики – в таблиці 1.5. Призначена для миття деталей розчинами на водній і лужної основі.

Розчини на спиртовій, бензиновій або кислотній основі застосовувати забороняється [12].



Рис 1.6. Загальний вигляд ванни для мийки деталей електричної TORIN TRG4001-3.5.

Таблиця 1.5. Характеристики ванни

Додаткові характеристики	
Напруга живлення	220В
Об'єм	15 л
Габарити упаковки	470*360*250 мм
Вага агрегату	6,5/7,5 кг
Висота в закритому вигляді	250 мм
Висота в відкритому вигляді	520 мм

### 1.6.1.2. Сушильна шафа СМ 50 / 250-250 ШС

Для виконання технологічного сушіння промитих деталей перед складанням виробу використовується сушильна шафа, загальний вигляд якої наведено на рис.1.7, а її технічні характеристики – в таблиці 1.6. Призначена для миття деталей розчинами на водній і лужної основі.



Рис 1.7. Загальний вигляд сушильної шафи СМ 50 / 250-250 ШС.

Універсальні сушильні шафи використовуються для нагрівання матеріалів в повітряному середовищі, підходять для будь-якого процесу сушіння з діапазоном позитивних температур 50 ... 250 градусів і обсягом від 250 до 4000 літрів.

Табл. 1.6. Характеристики сушильної шафи СМ 50 / 250-250 ШС

Технічні характеристики	
Робочий об'єм	250 л
Розміри робочої камери	650*650*600

Габарити приладу	910*1080*960
Маса приладу	80 кг
Управління температурою	
Мінімальна стабілізуюча температура	+50
Максимальна стабілізуюча температура	+250
Час розігріву до максимальної температури	90 хв
Точність підтримки температури в контрольній точці в заданому режимі	2
Нерівномірність температури в об'ємі в заданому режимі	5
Дискретність індикації температури	0,1
Дискретність установки робочої температури	0,1
Загальні характеристики	
Зовнішні листи із сталених листів пофарбовані з двох сторін порошковою фарбою	є, колір RAL9016
Режим роботи	Довготривалий
Необхідна потужність не більше	3,5 кВт
Тип датчика температури	Термопара
Загальне сумарне навантаження на всі полиці не повинна перевищувати	160 кг
Навантаження на полицю не більше	40 кг
Полиця, регульована по висоті	1 шт
Тип контролера	TPM 500
Пожарний датчик	Є
Програмування максимальної температури відключення	Є
Електроживлення	220В, однофазне

#### 1.6.1.3. Шафа для інструментів з перфорацією ШИ-10 / 2П / 5В

Інструментальна промислова шафа ШИ-10/2П/5В, зображена на рис. 1.8, необхідна для зберігання інструментів, приладів і запчастин в цехах, СТО, слюсарних і ремонтних майстерень.

Завдяки інструментальним шафам зменшується простій обладнання на 14% і заощаджується 1 година робочого дня, який проводили в пошуках потрібних пристосувань. Пропонована шафа виготовлена з листової сталі товщиною 1 мм і покрита порошковою полімерною фарбою.



Рис 1.8. Шафа для інструментів з перфорацією ШИ-10 / 2П / 5В.

Переваги данної шафи:

- надійна у використанні і рідко вимагає ремонту;
- пожежостійкість і стійкий до впливу агресивних зовнішніх факторів;
- не виділяє шкідливих речовин;
- легко миється, можна обробляти дезінфекційними розчинами. [14]

#### 1.6.1.4. Стіл комплектувочний

Для виконання технологічної операції комплектування промитих і висушених деталей перед складанням виробу використовується стіл комплектувальний, загальний вигляд якого наведено на рис.1.9.



Рис 1.14. Стіл комплектувальний.

Столи для комплектації і упаковки товару зараз застосовуються практично на кожному виробництві. Зручність конструкції дозволяє виконувати роботу швидко та якісно. Розміри можуть бути будь-якими, виходячи з замовлення і технічних завдань.

Комплектація:

- тумби висувні;
- кронштейни і гачки;
- огорожі та борта;
- електронаповнення (підсвічування, розетки і т.д.);
- полиці;
- замки для тумб;
- регульовані ніжки і опори [15].

#### 1.6.1.5. Слюсарно-складальний стіл KronVuz LT-003

Стіл металевий KronVuz LT-003 призначений для проведення слюсарних, ремонтно-відновлювальних та складальних робіт. Його загальний вигляд зображено на рис. 1.15, а характеристики наведено в таблиці 1.7.

Металевої стіл нашого виробництва має сучасний стильний дизайн, завдяки якому, даний виріб буде мати гарний вигляд у будь-якому приміщенні. Виріб можна використовувати в гаражі, автосервісі, слюсарній майстерні, на виробничій ділянці і так далі.



Рис.1.15. Загальний вигляд слюсарно-складального столу KronVuz LT-003.

Табл. 1.12. Характеристики металевого столу KronVuz LT

Найменування характеристики, од. виміру	Значення
Матеріал стільниці	Фанера
Товщина стільниці, мм	21
Матеріал складових деталей	сталь
Товщина складових деталей столу мм	1-3
Марка встановленого замка	Mesan
Основний колір виробу	RAL 5005

Додатковий колір елементів	RAL 5005
Висота робочої поверхні над рівнем підлоги, мм	890
Навантаження	
Максимальне розподілене навантаження на виріб, кг	1500
Максимальне навантаження на тумбу, кг	200
Максимальне навантаження на висувний ящик, кг	50
Габаритні розміри	
Стіл без екрану (в упаковці), ДхШхВ мм	1500x700x890 (1800x1000x500)
Стіл з екраном (в упаковці), ДхШхВ мм	1500x700x1520 (1800x1000x800)
Розмір робочої поверхні столу (ДхШ), мм	1500x700
Розмір екрану (ДхВ), мм	1500x675
Маса	
Вага столу без екрану, кг	45
Вага столу з екраном, кг	57
Вага тумби з 3-ма ящиками, кг	20
Вага тумби з дверцятами, кг	10
Вага упаковки, кг	15

[16].

#### 1.6.1.6. Прес ручний RIV2100

Ручний прес RIV2100, загальний вигляд якого приведено на рис 1.16, а технічні характеристики в таблиці 1.13, призначений для установки пресового кріплення: шпильок, гайок, втулок, підшипників. [17]



Рис. 1.16. Загальний вигляд преса ручного RIV2100.

Таблиця 1.13. Технічні характеристики преса ручного

Сила запресування	15 700 Н.
Тонке регулювання тиску	
Тонке регулювання ходу	
Виробник	RIVIT S.r.l. (Італія).
Гарантія	12 міс.
Висота, мм:	400
Ширина, мм:	200
Довжина, мм:	300
Маса, кг	20



Для складальної операції запресування підшипників в гніздо, контрольної та випробувальної операції спеціально розроблені пристрої наведені в конструкторській частині. Також там наведено їх опис, принцип роботи, опис конструкції та розрахунок.

#### 1.6.2. Вибір інструменту

Характер виробництва впливає на вибір інструменту з економічної точки зору.

Взагалі необхідно пам'ятати, що застосування стандартного інструменту необхідно визнати більш бажаним незалежно від характеру виробництва, оскільки він у декілька разів дешевший аналогічного спеціального.

Паралельно вибирають допоміжний інструмент. При цьому керуються такими міркуваннями. Кращим варіантом є той, при якому допоміжний інструмент не використовується. В цьому випадку досягаються більш короткі технологічні розмірні ланцюги і точність обробки підвищується.

В тих випадках, коли неможливо обійтись без допоміжного інструмента, перевагу віддають стандартному і нормалізованому допоміжному інструменту. Лише за відсутності стандартного вдаються до призначення спеціального допоміжного інструмента. [18]

##### 1.6.2.1. Електричний гайковерт PROCRAFT ES-1450

Гайковерт Procraft ES-1450 - призначений для відкручування та закручування різьбових з'єднань, гайок, болтів при демонтажних або збірних роботах. Загальний вигляд наведено на рисунку 1.17, а його характеристики – в таблиці 1.14.



Рис 1.17. Загальний вигляд електричного гайковерту PROCRAFT ES-1450.

Інструмент працює в імпульсному режимі - обертання відбувається не плавно, а невеликими ривками, завдяки цьому легко можна викрутити зірвані головки болтів.

Передня частина гайковерта Procraft ES-1450 виготовлена з міцного високоякісного металу, що захищає двигун і оборотні механізми від механічного впливу, а також від потрапляння води, пилу або бруду.

Procraft ES-1450 має широкий вибір насадок в комплекті.

Таблиця 1.14. Характеристики електричного гайковерту PROCRAFT ES-1450

Бренд	Procraft
Вага, кг	3.0
Потужність, Вт	1450
Параметри живлення, В/Гц	220/50
Номінальна швидкість, об/хв	2200
Макс. Крутильний момент, Нм	450
Посадочний діаметр, мм	13
Торцеві головки, мм	17, 19, 21, 22
Реверс	Так
Наявність кейса	Так

Переваги	Імпульсне ударне обертання. Викручує зірвані болти. Надійний захист двигуна.
Гарантія	12 місяців
Країна походження	Німеччина

[19]

#### 1.6.2.2. Механічний пінцет-павук для захоплення дрібних деталей

Пінцет, зображений на рис 1.17, призначений для більш легкого взяття різного виду дрібних деталей, які досить важко взяти пальцями.



Рис 1.17. Механічний пінцет-павук для захоплення дрібних деталей.

Розмір (д\*ш\*в): 119\*10\*10 [20].

#### 1.6.2.3. Молоток Montero 600 г J41F0600

Молоток, загальний вигляд наведено на рис. 1.18, а технічні характеристики – в таблиці 1.15, викорисовується під час складання, демонтажу, забиванню та інших видів робіт.



Рис. 1.18. Загальний вигляд молотка Montero 600 г J41F0600.

Таблиця 1.15. Технічні характеристики молотка Montero 600 г J41F0600

Вид	Молоток
Вид молотків	Молоток із бойком
Бренд	Montero
Країна-виробник	Китай
Розмір та вага	
Довжина рукоятки	340 мм
Вага	600 г
Технічні особливості	
Форма молотка	Німецька
Матеріал рукоятки	Фіберглас
Форма бойка	Квадратна
Матеріал бойка	Метал

[21].

### 1.7. Розробка технологічного процесу складання варіатора грибовидного фрикційного

Вихідними даними для проектування технологічних процесів складання є: складальні креслення загальних видів та складальних одиниць; технічні умови на приймання та випробування виробів; складальні розмірні ланцюги; обсяг випуску виробів; специфікації складальних одиниць, що надходять на складання; режим роботи підприємства (одно-, дво- чи тризмінний) [22].

При проектуванні технологічних процесів складання виробів вихідна інформація підлягає попередньому аналізу, куди входить вивчення службового призначення та технічних вимог як до виробу в цілому, так і до його окремих складальних одиниць, перевірка конструкторських розмірних ланцюгів тощо [22].

Паралельно з аналізом технічних умов проводять технологічний контроль робочих креслень. На кресленнях складальних і загальних видів повинні позначатися допуски, посадки, а також особливі вимоги до складання машин. На кресленнях мають бути всі проекції і розрізи, необхідні для повного розуміння і чіткого уявлення конструкцій складальних одиниць і машини в цілому.

Технічні умови повинні містити дані про точність складання, потрібну якість сполучень, їх герметичність, щільність і жорсткість стиків, необхідну точність балансування вузлів, що обертаються під час роботи, та інші відомості залежно від призначення виробу. У технічних умовах допускають спеціальні вказівки технологічного характеру про методи виконання з'єднань, бажану послідовність складання, методи проміжного й остаточного контролю виробів [22].

Вихідними даними для проектування є робочі креслення машин: робочі креслення деталей, складальні креслення вузлів і механізмів, креслення загальних видів машин, річна програма випуску.

Виробничими даними є інформація про обладнання, використовуваний інструмент та оснащення.

Довідковими матеріалами є: загальномашинобудівні нормативи; загальномашинобудівні норми часу; заводські норми на вимірювальний інструмент; тарифно-кваліфікаційні довідники [22].

#### 1.7.1. Порядок розробки технологічного процесу складання

Пректування технологічного процесу складання кладається з наступних етапів [22]:

- встановлення типу виробництва і організаційної форми виконання технологічного процесу;
- визначення величини партії деталі, що запускається у виробництво одночасно;
- розроблення маршрутного технологічного процесу;
- вибір типів і визначення технічної характеристики верстатного обладнання, пристосувань, різального і вимірювального інструменту;
- визначення норм часу по кожній операції;
- визначення кваліфікації робітників;
- оцінка техніко-економічної ефективності спроектованого технологічного процесу;
- оформлення документації технологічної документації.

#### 1.7.2. Встановлення плану і методів складання

Встановлення плану і методу складання має на меті забезпечити найбільш раціональний процес складання виробу. У плані вказуються послідовність виконання технологічної операції, і по кожній операції вказується метод складання, використовуване обладнання, оснащення, режим складання, норма часу і кваліфікація робітників [22].

План складання повинен передбачати розчленовування технологічного процесу складання виробу на складові частини. При складанні плану і виборі

методу складання характер технологічного процесу встановлюється залежно від характеру продукції і типу виробництва.

### 1.7.3. Технологічна документація для розробки технологічного процесу

Для оформлення технологічного процесу використовуються [18]:

- маршрутна карта;
- операційна карта;
- карта ескізів. [18]

Маршрутний технологічний процес складання:

- 005 Промивка;
- 010 Сушка;
- 015 Комплектування;
- 020 Складання;
- 025 Складання;
- 030 Складання;
- 035 Складання;
- 040 Контроль;
- 050 Випробування.

Маршрутно-операційна документація, карта інструмента та обладнання розроблена за допомоги модуля CAPP системи ADEM і наведена в додатках до пояснювальної записки.

## 1.8. Опис існуючого виробництва та задачі з його вдосконалення. Автоматизація виробництва

Автоматизація виробничих процесів – це комплекс заходів з розроблення нових, прогресивних технологічних процесів і створення на їх основі нових високопродуктивних машин і систем машин. Головний напрямок автоматизації – створення високопродуктивних технологічних процесів [7].

На сьогодні можна з упевненістю стверджувати, що напрямок переобладнання виробництва на основі гнучких автоматизацій усіх його

процесів набув визнання в приладобудуванні. Комплексно автоматизоване приладобудівне виробництво створює умови для одночасного досягнення високої продуктивності й технологічної гнучкості, яка раніше забезпечувалась лише безпосередньою участю людини у виробничому процесі.

Актуальною є проблема зі створення інтегрованих виробничих систем.

Для цього необхідне вирішення ряду важливих наукових та інженерних завдань створення технічних і програмних засобів управління, вимірювання, контролю за ходом виробництва, діагностики, маніпулювання оброблюваними деталями, конструювання інструменту, вибір технологічної стратегії.

Причин, які б дозволяли в найкоротші терміни розробити принципи створення й упровадження гнучких автоматизованих виробництв – декілька.

Перша полягає в тому, що ГАВ дозволяє автоматизувати одиничне і дрібносерійне виробництво, яке складає на сьогодні понад 80% загального об'єму промислового виробництва.

Другою причиною є стрімкий розвиток сучасних засобів обчислювальної техніки, які відрізняються простотою керування й програмування та забезпечують автоматизацію практично всіх ступенів реалізації технологічного задуму – від розроблення і конструювання до управління технологічними процесами і плануванням.

Третя, найактуальніша глибока причина полягає в тому, що гнучке автоматизоване виробництво за своєю суттю – новий напрямок виробничих сил.

Базовою складовою гнучких виробничих систем є гнучкі виробничі модулі й роботизовані технологічні комплекси на базі основного технологічного обладнання (ливарного, ковальсько-пресового, механообробного, складального), робототехнічні засоби обслуговування даного обладнання (завантаження – розвантаження, зміна інструменту, пристрої), засобів складування заготовок, деталей, інструментів і технологічної оснастки, транспортно-накопичувальні пристрої, пристрої видалення відходів виробництва.



Отже, гнучкі виробничі модулі й роботизовані технологічні комплекси спільно з іншими автоматизованими засобами забезпечення функціонування є основними виконавчими структурними одиницями сучасного гнучкого автоматизованого виробництва [7].

Для операції промивки використовується ванна з спеціальними рукавичками.

Для технологічної операції сушки використовується шафа сушильна з спеціальним режимом.

Для комплектувальної операції використовується спеціальний комплектувальний стіл з інструментальною шафою, в якій знаходиться необхідний для переходу інструмент.

Для виконання складальних операцій необхідно використовувати прес ручний, молоток, гайковерт, пінцет.

Описи даних пристроїв та інструментів наведено вище.

При виконанні операції складанні для забезпечення зменшення вкладки людської праці загального часу виконання було спроектовано прес пневматичний ДП ПБ5101.1702.007 СК, який дозволяє запресовувати підшипник в гніздо.

Для контрольної операції було розроблено спеціальний стенд ДП ПБ5101.1702.008 СК. Він дозволяє автоматизувати дану технологічну операцію.

Для операції випробування було спроектовано стенд для обкатки ДП ПБ5101.1702.009 СК. Він автоматизує процес обкатки і дозволяє обкатувати одночасно три варіатора.

Більш детальний опис останніх трьох пристосувань, розрахунки наведено в конструкторському розділі.

Детальний опис інструмента і пристроїв наведено в додатках до пояснювальної записки:

- опис найменування обладнання;
- опис найменування інструмента

### 1.8.1. Роль автоматизації виробництва в технічному прогресі

Під виробничим процесом сучасного виробництва розуміють такий комплекс заходів, за допомогою яких здійснюється виробництво тих або інших машин, вузлів, апаратів та інших виробів.

Основним завданням промисловості є освоєння нових конструкцій машин, обладнання, засобів механізації й автоматизації, нових технологій. Для кожного напрямку різних галузей народного господарства характерна своя специфіка, яка залежить від типу виробництва, призначення, розмірів і точності машин, рівня виробництва і технічної оснащеності.

У загальному плані автоматизація виробництва – це етап машинного виробництва, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничими процесами та передаванням цих функцій технічним засобам – автоматичним пристроям і системам.

Незалежно від мети, призначення, структури об'єкта процес керування передбачає виконання таких операцій [7]:

- отримання та попереднє опрацювання інформації про фактичний стан
- об'єкта, системи і навколишнього середовища;
- аналіз отриманої інформації, порівняння існуючої виробничої ситуації з даною;
- прийняття рішення про дію на об'єкт у певному напрямку та оцінювання можливості реалізації такої дії;
- реалізація управління, тобто формування дії за допомогою відповідних технічних засобів.

Основні переваги автоматизації полягають у можливостях забезпечити [7]:

- зростання продуктивності та поліпшення умов праці;
- виконання робіт у важкодоступних та взагалі недоступних для людини сферах (радіоактивні зони, космос, окремі види металургійного та інших виробництв);

- підвищення точності, якості технологічних процесів і відповідних виробів;
- зростання надійності, техніко-економічних показників, загальної культури виробництва та кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Автоматизація виробництва проводиться за допомогою автоматичних пристроїв, які можна класифікувати за різними ознаками. Однією з найпоширеніших є класифікація за функціональним призначенням пристроїв [7]:

- автоматичного контролю та сигналізації;
- автоматичного захисту;
- обчислювання;
- автоматичного керування.

Пристрої автоматичного контролю та сигналізації забезпечують контроль за перебігом технологічних процесів, станом приміщень та відповідно сигналізацією. За нормальних умов процесів використовується оптична сигналізація, а при появі відхилень від цих умов – оптична та акустична.

Пристрої автоматичного захисту забезпечують захист об'єктів при появі загрози для обладнання, продукції або обслуговуючого персоналу.

Блокуючі пристрої мають призначення не допускати виконання хибних команд.

Обчислювально-лічильні пристрої самостійно виконують складні розрахунки найвигідніших технологічних режимів роботи, експрес-аналізу та ін.

Вирішення проблем автоматизації потребує принципово нових технологічних підходів до обладнання, уніфікованих технологічних процесів, вибору систем керування. А також потребує розв'язання таких проблем, як максимальна концентрація операцій, упровадження багатоопераційних, багато-інструментальних машин, верстатів, застосування складальних і контрольних автоматів, автооператорів, завантажувальних пристроїв, ПР, створення автоматичних ліній та гнучких систем та ін. [7]

При автоматизації велику роль відіграє процес створення роторних автоматичних ліній.

Першою умовою автоматизованого виробництва на сьогодні є покращення його організації.

Наступною умовою переходу є модернізація існуючої й упровадження нової техніки через заміну автоматизованого обладнання, яка піднімає техніко-економічні показники. Напрямами модернізації є [7]:

- підвищення потужності і швидкохідності процесу обробки;
- підвищення жорсткості і вібростійкості обладнання в цілому за рахунок окремих деталей і вузлів;
- скорочення допоміжного часу за рахунок автоматизації кріплення деталей, заміни інструменту, вимірювання в процесі обробки, автоматизації керування;
- розширення технологічних можливостей і концентрація операцій;
- багато-інструментальна обробка;
- зміна основного технологічного призначення обладнання;
- покращення умов експлуатації.

#### 1.8.2. Структура автоматизованих виробничих процесів в умовах різного типу виробництва

Автоматизація виробничих процесів на основі впровадження роботизованих технологічних комплексів і гнучких виробничих модулів, допоміжного обладнання, транспортно-накопичувальних і контрольно-вимірювальних пристроїв, об'єднаних у гнучкі виробничі системи, що керуються від ЕОМ, є однією зі стратегій прискорення науково-технічного прогресу.

Гнучка виробнича система (ГВС) являє собою сукупність у різних поєднаннях обладнання з ЧПК, роботизованих технологічних комплексів, гнучких виробничих модулів, окремих одиниць технологічного обладнання і систем забезпечення їх функціонування в автоматичному режимі протягом заданого інтервалу часу, яка характеризується властивістю автоматизованого

переналагодження при виробництві виробів довільної номенклатури у встановлених межах значень їх характеристик.[7]

Узгоджена робота всіх елементів ГВС повинна базуватися на організації просторового і часового зв'язку всіх елементів, який дозволить синхронізувати роботу всієї системи в умовах змінної структури і тривалості технологічних процесів.

Проектування ГВС неможливе без якісної технологічної підготовки виробництва, яка містить[7]:

- розроблення структурних варіантів виробничих процесів для виготовлення заданих конструктивів згідно з вибраною організаційною структурою та умовами виробництва.
- калькуляцію часу основних технологічних операцій та кінцевий вибір структури за основними технологічними операціями.
- попереднє розроблення варіантів структури транспортних і завантажувальних операцій.
- вибір типів контролю та їхнього місця в загальній структурі основного обладнання, попередня калькуляція часу операцій контролю.

### 1.8.3. Виробничий процес і його елементи

Автоматизація виробничих процесів – це сукупність заходів із розроблення технологічних процесів, створення та впровадження високопродуктивних автоматично діючих засобів виробництва, які забезпечують безперервне зростання продуктивності праці[7].

У слюсарно-складальному виробництві:

- механізовані пневматичні й електричні інструменти, дрібні настільні, переносні, вмонтовані в конвейєри свердлильні верстати, зварювальні апарати та ін.

### 1.8.4. Визначення типу виробництва

Організація складання приладів, її структура та оформлення дуже різняться залежно від вибраного типу виробництва. Тип виробництва є основним

організаційним показником і визначає масштаби випуску виробів одного різновиду за рік [9].

Серійне виробництво є основним у приладобудуванні. Воно характеризується яскравою циклічністю та певною спеціалізацією випуску широкої номенклатури приладів, схожих за експлуатаційними та конструкторськими ознаками. Робочі місця, дільниці та цехи такого виробництва мають предметну спеціалізацію, тобто орієнтуються на виготовлення певної продукції одного найменування (цех редукторів, дільниця плат, електромонтажний цех, цех виготовлення реле тощо). У цьому зв'язку намічається певна спеціалізація щодо розміщення устаткування та оснащення.

Щоб визначити необхідний оптимальний тип виробництва, можна скористатись методом порівняння його темпу випуску виробів за рік із середнім операційним часом  $T_{\text{ср.оп.}}$  за всім процесом виготовлення або складання даного приладу [9]. Темп випуску виробів за рік  $t$  [хв] визначається заданою річною програмою  $N_p$  і річним фондом робочого часу  $\Phi_p$ , з умови

$$t = \frac{60 \cdot \Phi_p}{N_p} \quad (1.10)$$

Під час роботи в одну зміну  $\Phi_p = 2070$  год.;

$N_p$  – річна програма

$$t = \frac{60 \cdot 2070}{25000} = 4.968$$

Середній операційний час [хв] визначається з орієнтовної оцінки трудомісткості кожної окремої технологічної операції  $T_i$  за всіма процесами [9]:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^{i=n_j} T_i}{\sum_{j=1}^p n_j} \quad (1.11)$$

де  $P$  - кількість технологічних процесів складання окремих складальних одиниць і спільного складання, що визначається, за схемою ступенів складання;

$n_j$  - кількість операцій у кожному технологічному процесі.

$$T_{\text{ср}} = \frac{1 \cdot 19,83}{4} = 4,9575$$

Визначивши потрібні значення, порівнюємо їх і вибираємо тип виробництва. Якщо  $t \gg T_{\text{ср}}$  (тобто темп набагато перевищує середній час), то для даної програми ефективніше вибрати індивідуальне виробництво [9] .

Якщо  $t > T_{\text{ср}}$  (тобто темп перевищує середній час операції), то для потрібної річної програми приладів доцільно організувати дрібносерійне виробництво.

Якщо  $t = T_{\text{ср}}$  (тобто темп одного порядку і наближено дорівнює середньому операційному часу), то доцільніше вибрати серійний тип виробництва.

Якщо  $t < T_{\text{ср}}$  (тобто темп менший за операційний час), то слід організувати великосерійне виробництво.

Якщо  $t \ll T_{\text{ср}}$  (тобто темп набагато менший за середній операцій час), то найкраще вибрати масове виробництво. [9]

Вибраний тип виробництва визначатиме всю його подальшу організацію необхідні форми складання, різновиди технологічних процесів, методи отримання з'єднань потрібної точності тощо.

Отже, в результаті виконаних розрахунків було виявлено, що  $t = T_{\text{ср}}$ . Це означає, що необхідно вибрати серійний тип виробництва.

### 1.9. Розрахунок геометричної точності складання

Розрахунок геометричної точності складання варіатора виконано згідно з методикою, що наведена в [9].

Розмірний ланцюг, розрахунок якого підлягає розрахунку, отримано із з креслення складальної «Гніздо в складі» (рис. 1.5). Ескіз розмірного ланцюга та його схема представлено на рисунках рис. 1.6 та рис.1.7.

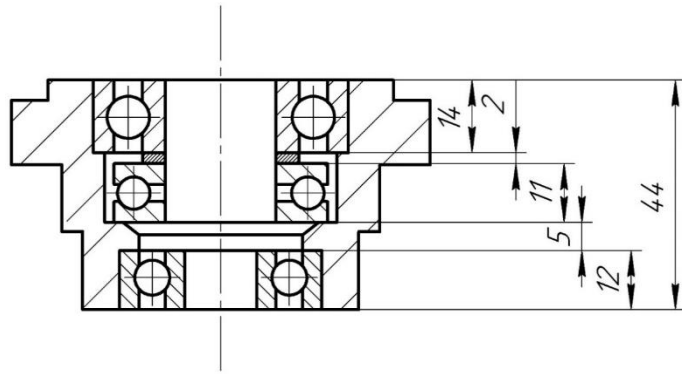


Рис. 1.19. Ескіз розмірного ланцюга.

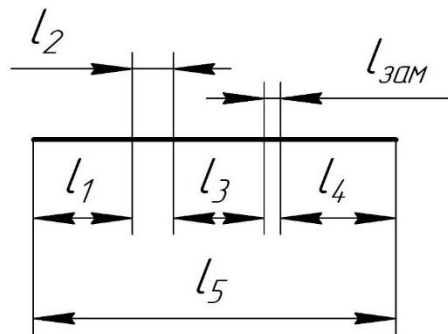


Рис. 1.20. Схема розмірного ланцюга.

Типи та розміри складових розмірного ланцюга наведено в таблиці 1.16.

Таблиця 1.16. Типи та розміри ланок розмірного ланцюга

Розмір	Номінальне значення	Допуск	Тип
L1	12 мм	0,011 мм	Зменшуюча
L2	5 мм	0,008 мм	Зменшуюча
L3	11 мм	0,011 мм	Зменшуюча
L4	14 мм	0,011 мм	Зменшуюча
L5	44 мм	0,016 мм	Збільшуюча

### 1.9.1 Пряма задача.

Номінальне значення замикаючої ланки розмірного ланцюга визначається за формулою[9]:

$$A_{\text{зам}} = \sum A_{\text{ізб}} - \sum A_{\text{ізм}} \quad (1.12)$$

$$A_{\text{зам}} = (44) - (12+5+11+14) = 2 \text{ мм};$$



Допуск замикаючої ланки розмірного ланцюга координатним методом визначається за формулою 1.13, як арифметична сума всіх допусків складових ланок. Це необхідно, щоб визначити його зміщення відносно нульової лінії розміру замикаючої ланки.

$$\delta_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^{m-1} |\delta_i| \quad (1.13)$$

$$\delta_{\text{зам}} = 0.011 + 0.008 + 0.011 + 0.011 + 0.016 = 0.057 \text{ мм};$$

Зміщення визначається координатами його відхилень: верхнього та нижнього (далі в записі ВВ та НВ). Для цього використаємо координати середини меж допусків  $K_i$  усіх ланок розмірного ланцюга.

Координата середини допуску замикаючої ланки визначається:

$$K_{\text{зам}} = \sum_1^m K_{i36} + \sum_1^q K_{j33} \quad (1.14)$$

$$K_{\text{зам}} = 0.008 - (0.0055 + 0.004 + 0.0055 + 0.055) = -0.0125 \text{ мм}$$

Відхилення допуску замикаючої ланки визначають за наступними формулами:

$$(ВВ)_{\text{зам}} = K_{\text{зам}} + 0.5\delta_{\text{зам}} \quad (1.15)$$

$$(НВ)_{\text{зам}} = K_{\text{зам}} - 0.5\delta_{\text{зам}} \quad (1.16)$$

$$(ВВ)_{\text{зам}} = -0.0125 + 0.5 \cdot 0.057 = +0.016 \text{ мм};$$

$$(НВ)_{\text{зам}} = -0.0125 - 0.5 \cdot 0.057 = -0.041 \text{ мм};$$

Таким чином, замикаюча ланка розмірного ланцюга координатним методом має такі розміри  $l_{\text{зам}} = 2^{+0.016}_{-0.041} \text{ мм}$ .

Визначення розмірів замикаючої ланки розмірного ланцюга екстремальним методом з вразуванням номіналів виконано згідно з [9]. Цей метод відомий як метод “максимуму-мінімуму”. Спочатку необхідно визначити номінальний розмір замикаючої ланки за формулою 1.10. Цей розмір розрахований вище і він дорівнює  $l_{\text{зам}} = 2 \text{ мм}$ .

Максимальне та мінімальне значення замикаючої ланки:

$$l_{\text{зам}}^{\text{max}} = \sum_1^n l_{i \text{ зб}}^{\text{max}} - \sum_1^q l_{i \text{ зм}}^{\text{min}} \quad (1.17);$$

$$l_{\text{зам}}^{\text{min}} = \sum_1^n l_{i \text{ зб}}^{\text{min}} - \sum_1^q l_{i \text{ зм}}^{\text{max}} \quad (1.18),$$

де суми максимальних і мінімальних величин ланок взято з урахуванням їх номінального значення та відхилень.

$$l_{\text{зам}}^{\text{max}} = 44.016 - 12 - 5 - 11 - 14 = 2.016 \text{ мм};$$

$$l_{\text{зам}}^{\text{min}} = 44 - (12.011 + 5.008 + 11.011 + 14.011) = 1.959 \text{ мм}.$$

Верхнє та нижнє відхилення допуску замикаючої ланки розраховується за формулами:

$$(\text{ВВ})_{\text{зам}} = l_{\text{зам}}^{\text{max}} - l_{\text{зам}} \quad (1.19);$$

$$(\text{НВ})_{\text{зам}} = l_{\text{зам}}^{\text{min}} - l_{\text{зам}} \quad (1.20).$$

В результаті виконаних розрахунків отримуємо:

$$(\text{ВВ})_{\text{зам}} = 2.016 - 2 = +0.016 \text{ мм};$$

$$(\text{НВ})_{\text{зам}} = 1.959 - 2 = -0.041 \text{ мм}.$$

Таким чином, замикаюча ланка розмірного ланцюга екстремальним методом з врахуванням номіналів має такі розміри  $l_{\text{зам}} = 2_{-0.041}^{+0.016} \text{ мм}$ .

Найбільш простим методом визначення геометричної точності складальних робіт (розрахунку розхміврного ланцюга), рекомендується для використання в виробництві є екстремальний безномінальний метод [9].

У разі застосування цього методу визначають верхнє та нижнє відхилення замикаючої ланки за формулами:

$$(\text{ВВ})_{\text{зам}} = \sum_1^n (\text{ВВ}_i)_{\text{зб}} - \sum_1^q (\text{НВ}_i)_{\text{зм}} \quad (1.21);$$

$$(\text{НВ})_{\text{зам}} = \sum_1^n (\text{НВ}_i)_{\text{зб}} - \sum_1^q (\text{ВВ}_i)_{\text{зм}} \quad (1.22).$$

Тоді:

$$(\text{ВВ})_{\text{зам}} = 0.016 - (0) = +0.016 \text{ мм};$$

$$(\text{НВ})_{\text{зам}} = 0 - (0.011 + 0.008 + 0.011 + 0.011) = -0.041 \text{ мм}.$$

Таким чином, за екстремальним безномінальним методом замикаюча ланка має такі розміри:  $l_{\text{зам}} = 2_{-0.041}^{+0.016} \text{ мм}$ .

Отже, за результатами розрахунків замикаючої ланки, що отримано трьома різними методами (екстремальним, без номінальним та екстремальним з

урахуванням номіналів), її розміри співпадають, тому задача вирішена вірно, але для перевірки розрахунків необхідно розв'язати обернену задачу.

### 1.9.2. Обернена задача

Обернена задача полягає в тому, щоб за відомими номінальними значеннями, допускам і граничними відхиленнями складових ланок визначити номінальне значення, допуск і граничні відхилення замикаючої ланки, а також для перевірки розрахунків при вирішенні прямої задачі [23].

Тобто, обернена задача, є насамперед перевіркою, що дозволяє оцінити правильність рішення прямої задачі.

Розглянемо рішення оберненої задачі для даного розмірного ланцюга. Для забезпечення правильності рішення і для відповідності отриманих результатів необхідно прийняти початкові значення параметрів складових ланок цього ланцюга такими, що наведено в таблиці 1.16.

Розрахунок оберненої задачі складається з таких етапів [23] :

1. За формулою 1.23 визначається номінальне значення замикаючої ланки.

$$l_{\text{зам}} = \sum_1^m l_{\text{зб}} - \sum_1^n l_{\text{зм}} \quad (1.23)$$

$$l_{\text{зам}} = l_5 - (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) = 44 - (12 + 5 + 11 + 14) = 2 \text{ (мм)}.$$

2. За формулою 1.24 вираховується допуск замикаючої ланки, як сума допусків всіх інших складових ланок:

$$Tl_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^{n+m} Tl_i \quad (1.24)$$

$$Tl_{\text{зам}} = 0.011 + 0.008 + 0.011 + 0.011 + 0.016 = 0.057 \text{ (мм)}.$$

3. За допомогою залежності 1.25 вираховується координата середини поля допуска замикаючої ланки.

$$\Delta_0 l_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^m \frac{li_{\text{зб}}}{2} - \sum_{j=1}^n \frac{l_{j\text{зм}}}{2} \quad (1.25)$$

$$\Delta_0 l_{\text{зам}} = 0.008 - (0.0055 + 0.004 + 0.0055 + 0.0055) = -0.0125 \text{ (мм)}.$$

4. За співвідношеннями 1.26 і 1.27 визначаються граничні відхилення замикаючої ланки:

$$BB = \Delta_0 l_{\text{зам}} + \frac{Tl_{\text{зам}}}{2} \quad (1.26);$$

$$HB = \Delta_0 l_{\text{зам}} - \frac{Tl_{\text{зам}}}{2} \quad (1.27);$$

$$BB = -0.0125 + \frac{0.057}{2} = +0.016 \text{ (мм)};$$

$$HB = -0.00125 - \frac{0.057}{2} = -0.041 \text{ (мм)}.$$

Таким чином, в результаті розв'язання оберненої задачі методом максимумів і мінімумів отримаємо таке значення замикаючої ланки  $l_{\text{зам}} = 2^{+0.016}_{-0.041}$  мм.

Це вказує на правильність розв'язання прямої задачі геометричної точності складальних робіт.

Метод рівності квалітетів точності дозволяє оцінити точність складових елементів розмірного ланцюга з урахуванням їх несумірності з використанням стандартних таблиць допусків квалітетів точності [9]. Згідно з ГОСТ 25346-82 будь-який допуск для розмірів від 1 до 500 мм визначається виразом:

$$\delta = ai \quad (1.28);$$

де  $a$  – кількість одиниць допусків, що встановлено в кожному квалітеті точності (тобто  $a$  встановлює зв'язок допуску з квалітетом);

$i$  – величина одиниці поля допуску, що пов'язує допуск з номінальними розмірами ланок, мкм[9]:

$$i = 0.45^3 \sqrt{A} + 0.001A \quad (1.29);$$

$A$  – номінальний розмір, мм.

$$i(12) = 0.45 \cdot \sqrt[3]{12} + 0.001 \cdot 12 = 1.042;$$

$$i(5) = 0.45 \cdot \sqrt[3]{5} + 0.001 \cdot 5 = 0.774;$$

$$i(11) = 0.45 \cdot \sqrt[3]{11} + 0.001 \cdot 11 = 1.018;$$

$$i(14) = 0.45 \cdot \sqrt[3]{14} + 0.001 \cdot 14 = 1.099;$$

$$i(44) = 0.45 \cdot \sqrt[3]{44} + 0.001 \cdot 44 = 1.633.$$

Виходячи з умови рівності квалітетів у всіх ланках РЛ маємо:

$$a_1 = a_1 = \dots = a_{m-1} = a_{cp} \quad (1.30)$$

Тоді на основі формули (1.28) одержимо рівність

$$\delta_{зам} = a_{cp} \sum_{j=1}^{m-1} i_j \quad (1.31)$$

Орієнтовне кількість одиниць для представленого розмірного ланцюга визначається як[9]:

$$a_{cp} = \frac{\delta_{зам}}{\sum_{j=1}^{m-1} i_j} = \frac{\delta_{зам} \cdot 10^3}{\sum_{j=1}^{m-1} (0.45 \cdot \sqrt[3]{A_j} + 0.001 \cdot A_j)} \quad (1.32)$$

$$\text{Тоді } a_{cp} = \frac{0.057 \cdot 10^3}{5.566} = 10,241.$$

В таблиці 1.17 наведено відповідність одиниць поля допуску квалітетам точності.

Таблиця 1.17. Таблиця відповідності розрахованого кількості одиниць поля допуску квалітетам точності

Квалітет	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13
Число	5	10	16	25	40	64	100	160	250

Одержаний результат корегується за табличними значеннями із таблиці 1.17, вибираючи найближче значення, в даному випадку IT6, де  $a_T = 10$  .

За таблицею допусків знаходимо допуски на складові елементи, приймаємо посадки H6 і h6; занесемо їх до таблиці 1.18.

Таблиця 1.18. Розміри ланок в відповідності з квалітетом точності

Назва ланки	Розмір ланки
L1	$12^{+0.011}$
L2	$5^{+0.008}$
L3	$11^{+0.011}$
L4	$14^{+0.011}$

Збільшуючу ланку (44 мм) приймаємо як компенсуючу і визначаємо на неї допуск і граничні відхилення. Допуск компенсуючої ланки визначається як [9]:

$$\delta_i = \delta_{зам} - \sum_{i=1}^{m-2} |\delta_i|; \quad (1.33)$$

$$\delta_i = 0.057 - (0.011 + 0.008 + 0.011 + 0.011) = 0.016 \text{ мм};$$

Верхнє і нижнє відхилення допуску компенсуючого розміру  $A_K$  визначаються координатним методом допусків із рівняння зв'язку між координатою середин допусків замикаючої ланки і складових ланок. В наслідок того, що компенсуючу ланку було взято як збільшуючу, то беремо формулу зі знаком плюс:

$$K_K = +(K_{\text{зам}} - (\sum K_{\text{ізБ}} - \sum K_{\text{ізМ}})) = +0,008 \quad (1.34)$$

Суми координат середин допусків складових ланок вибираються без урахування компенсатора. ВВ та НВ відхилення допуску[9]:

$$(ВВ)_{\text{зам}} = K_K + 0.5\delta_{\text{зам}}; \quad (1.35)$$

$$(НВ)_{\text{зам}} = K_K - 0.5\delta_{\text{зам}}; \quad (1.36)$$

$$(ВВ)_{\text{зам}} = +0.008 + 0.5 \cdot 0.016 = +0.016 \text{ мм};$$

$$(НВ)_{\text{зам}} = +0.008 - 0.5 \cdot 0.016 = 0 \text{ мм}.$$

Таким чином, збільшуюча компенсуюча ланка має такі розміри:  $44^{+0,016}_{\text{мм}}$ .

Перевіримо отриманий результат, застосувавши екстримальний безномінальний метод:

$$(ВВ)_{\text{зам}} = (0,016) - (0) = 0,016 \text{ мм};$$

$$(НВ)_{\text{зам}} = (0) - (0,011+0,008+0,011+0,011) = - 0,041\text{мм};$$

$$l_{\text{зам}} = 2^{+0,016}_{-0,041} \text{ мм}.$$

Отже, пряму задачу розмірного ланцюга розв'язано вірно.

#### 1.10. Розрахунок кількості основного і допоміжного технологічного обладнання

Технологічне обладнання цеху підрозділяють на основне і допоміжне.

До основного технологічного обладнання відносять обладнання, яке виконує технологічні операції обробки заготовок і складання виробів, передбачені номенклатурою виробів і виробничою програмою цеху, і розташоване на виробничих площах ділянки.

Допоміжне обладнання призначене для обслуговування основного обладнання та розміщується у допоміжних службах цеху.

Розрахунок кількості одиниць основного обладнання залежить в основному від типу виробництва, і здійснюється двома основними методами:

- за розрахунковою верстатоемності;
- по техніко-економічними показниками[24].

Час обслуговування розраховується за формулою[9]:

$$T_{обсл} = aT_{оп} / 100 \quad (1.37)$$

Де  $T_{оп}$  – операційний час;

$a$  – коефіцієнт.

Операційний час розраховано за допомоги модуля CAPP системи ADEM

$$\sum T_{оп} = 14,56 \text{ хв.}$$

Приймаємо[9]:

$$a = 6 - 12\% ;$$

$$\sum T_{обсл} = aT_{оп} / 100 = 9 \cdot 14,56 / 100 = 1,31$$

Час для відпочинку розраховується за формулою[9]:

$$\sum T_{відп} = eT_{оп} / 100 = 6 \cdot 14,56 / 100 = 0,874 \quad (1.38)$$

Час штучний розраховується за формулою[9]:

$$\sum T_{шт} = T_{оп} (1 + (a + e) / 100) = 14,56 \cdot (1 + (9 + 6) / 100) = 16,744 \quad (1.39)$$

Час штучно-калькуляційно розраховується за формулою:

$$\sum T_{шт.к} = T_{шт} + T_{п.з.} = 16,744 + 14,56 \cdot 0,015 = 16,962 \quad (1.40)$$

Розрахунок кількості обладнання знаходиться за формулою:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт-к_i} \cdot N_i}{\Phi_{д.ст.} \cdot 60} \quad (1.41)$$

Де  $t_{шт-к_i}$  - штучно-калькуляційний час;

$N_i$  - програма випуску;

$\Phi_{\partial.cm.}$  - ефективний річний фонд роботи обладнання [9].

Кількість робочих місць слюсарів-складальників розраховується за формулою 1.41:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.cm.} \cdot 60} = \frac{16,962 \cdot 25000}{2070 \cdot 60} = 3,41 \approx 4$$

Необхідна кількість ванн для промивки деталей розраховується за формулою 1.41:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.cm.} \cdot 60} = \frac{3,92 \cdot 25000}{2070 \cdot 60} = 0,789 \approx 1$$

Необхідна кількість шаф сушильних розраховується за формулою 1.41:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.cm.} \cdot 60} = \frac{3,89 \cdot 25000}{2070 \cdot 60} = 0,783 \approx 1$$

Кількість комплектувальних столів розраховується за формулою 1.41:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{um-\kappa_i} \cdot N_i}{\Phi_{\partial.cm.} \cdot 60} = \frac{4,6 \cdot 25000}{2070 \cdot 60} = 0,926 \approx 1$$

Після розрахунків потрібної кількості технологічного устаткування розпочинають розробку технологічного планування дільниці.

Технологічне планування - це план розташування виробничого, підіймально-транспортного та іншого устаткування, інженерних мереж, робочих місць, проїздів, проходів тощо.



### 1.10.1 Загальні вимоги до планування

Технологічне планування виконують у масштабі 1:100 для невеликих і середніх і 1:200 для крупних цехів.

На плануванні необхідно показувати[25]:

- будівельні елементи (колони, стіни, перегородки, двері і віконні прорізи, ворота та інше);
- технологічне устаткування і основний виробничий інвентар (верстати, плити, столи, стенди.) з решітками;
- магістральні і внутрішньо цехові проїзди, проходи, площадки для матеріалів, заготовок, стружки тощо;
- піднімально-транспортні устаткування (мостові, балочні, консольні та інші крани з вказівкою вантажопідймальності, конвеєри, монорельси, підіймачі, рейкові шляхи);
- розташування допоміжних приміщень, складів, комор, трансформаторних підстанцій, вентиляційних камер, конторських приміщень та санітарно-побутових вузлів.

При плануванні враховують усі фактори, які впливають на працюючих: доступ до робочих місць, близькість до місць загального користування, умови техніки безпеки та пожежної безпеки, зручність роботи на робочому місці.

У порядку технологічних операцій створюються дільниці і цехи у масовому і серійному виробництвах [25].

### 1.11. Розрахунок економічної ефективності проекту дільниці

Оцінка економічної ефективності проекту виконується методом порівнювання собівартості продукції, яка випускається в існуючому і заново спроектованому виробництві. Розрахунок ведеться за наступним співвідношенням[25]:

$$E=[(C_1+E_H K_1) - (C_2+E_H K_1)]A \quad (1.42)$$

де  $C_1$  і  $C_2$ —собівартість одиниці продукції згідно з існуючим і заново спроектованими виробництвами, грн;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат ( $E_n=0,15$ );

$K_1$  і  $K_2$ —питомі капітальні вкладення на одиницю продукції, відповідно, існуючого і спроектованого виробництва, грн.;

$A$ —річний об'єм випуску продукції, шт.

$$E=((2500+0,15*110)-(2358+0,15*110)*25000=56625000$$

При розрахунку собівартості продукції у спроектованому виробництві всі витрати розподіляють на прямі і непрямі. Під прямими витратами розуміють витрати, які враховують безпосередньо на випуск продукції, під непрямыми - витрати, які пов'язані з випуском продукції, облік яких у виробництві ускладнений.

При виконанні завдання собівартість продукції в існуючому виробництві дає викладач в разі відсутності даних на підприємстві.

Для оцінки ефективності використання капітальних витрат передбачається оцінка строку окупності капітальних вкладень

$$T_p = \frac{K_2}{(C_1 - C_2)A} = 2,596 \quad (1.43)$$

Нормативний строк окупності капітальних витрат—два-три роки.[25]

Отже, після розрахунку економічної ефективності ділянки було виявлено, що дана ділянка зможе окупити капіталовкладення за період, встановлений нормами. Це означає, що спроектовані елементи доцільно використовувати при складанні варіатора.

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

В першому розділі було розглянуто питання, які виникають при розробці технологічного процесу складання виробу.

Представлено опис та принцип роботи виробу та розкрито основні властивості фрикційної передачі, її особливості, переваги і недоліки.

Виконано розрахунки на технологічність, що показали що даний виріб – є технологічним.

Було спроектовано структурну і технологічну схеми складання, що дозволило розробити технологічну документацію.

Наведено розрахунки точності складальних робіт

Для реалізації технологічного процесу складання вибрано необхідне обладнання та інструмент.

При виборі обладнання і інструменту необхідно керуватися основними принципами автоматизації технологічного процесу, тобто за можливості надавати перевагу механізованим, автоматизованим або автоматичним перед ручним. Це дозволить зменшити час та збільшити продуктивність та якість виконання операцій, що в результаті дозволить знизити собівартість виробу.

При розробці ділянки цеху керувалися розрахунками, які проводилися для знаходження кількості обладнання, різними нормативами, які дозволяють розмістити всі елементи на ділянці, правилами безпеки, яких необхідно дотримуватися.

## 2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

## 2.1. Прес пневматичний

Розроблений в дипломному проекті прес пневматичний представлено на креслення ДП ПБ5101.1702.007 СК , а його ескіз – на рис. 2.1.

Прес призначений для механізації розбірно-складальних і ремонтних робіт [26].

На пресі можна виконувати[26]:

- випресовці пальців поршня при розбиранні шатунно-поршневої групи;
- перепресовка втулок верхньої головки шатуна;
- запресовку втулок та інших деталей при ремонті кронштейнів;
- запресовку обойм підшипників маточин коліс, склянок провідної шестерні і кришок редуктора;
- правку стрижнів, вирубку прокладок з пароніту і картону.

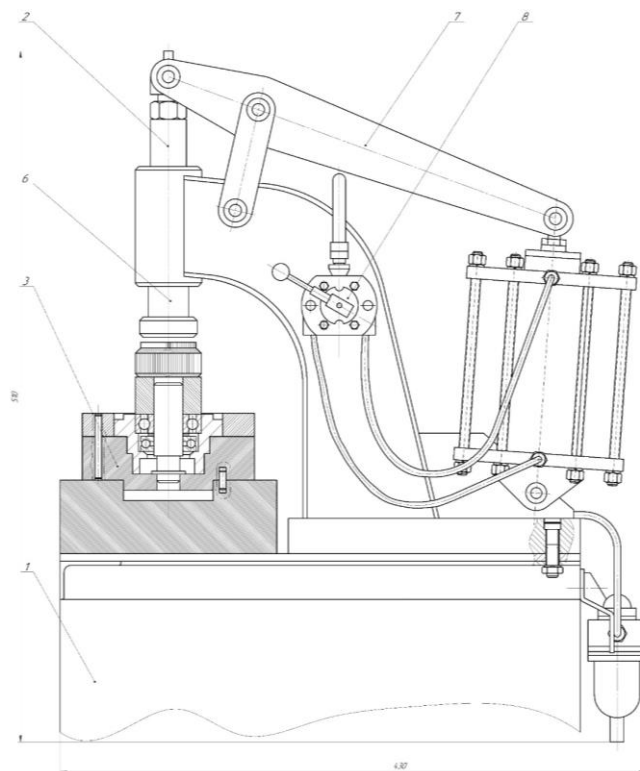


Рис 2.1. Ескіз загального виду пневматичного пресу

Пневматичні преси із зусиллям запрессовки до 5 000 Н через простоту своєї конструкції і високої продуктивності отримали найбільш широке поширення на ремонтних заводах.

Схема конструкції пневматичного пресу наведено на рис. 2.2.

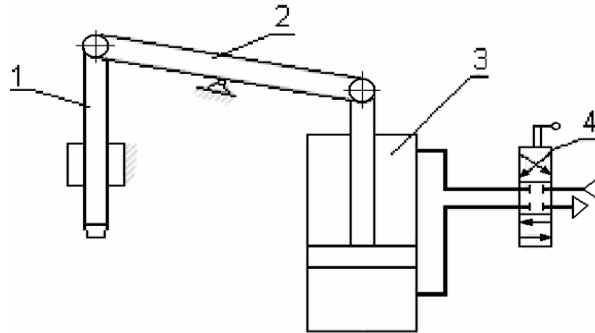


Рис. 2.2 Схема роботи пневматичного преса

1 - пуансон; 2 - траверса; 3 - пневмоциліндр; 4 - кран (розподілювач)

Запрепесовку здійснюють за допомогою гнізда в залежності від конфігурації деталей, що вставляються і закріплюються в отворі штока. При повороті рукоятки крана керування в положення «Робочий хід» повітря, потрапляючи в нижню порожнину циліндра, піднімає поршень вгору. Шток поршня через двоплечовий важіль опускає повзун, який виконує необхідну операцію.

При повороті рукоятки крана керування в положення «Зворотний хід» повітря потрапляє у верхню порожнину циліндра і повертає шток в початкове положення. [26].

Для виконання розрахунків параметрів створюваного пресу діаметри робочих циліндрів пневматичних пресів використовують до 300 мм, робочий тиск повітря 0,4 - 0,6 МПа. Преси можуть бути з безпосередньою передачею зусилля запрессовування від штока пневматичного циліндра на повзун і важелі. Преси першого типу значно простіші по конструкції, але вони створюють

зусилля не більше 15000 Н. Важільні пневматичні преси створюють зусилля заpresовування більше ніж 15000 Н.

Діаметр пневмоциліндра визначають за формулою [27]:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p \cdot \eta_{\text{ц}}}}$$

де  $P$  - вантажопідйомність;

$p$  - тиск повітря в підвідній магістралі ( $p = 0,3 \dots 0,4$  МПа);

$\eta_{\text{ц}}$  - к.к.д. циліндра ( $\eta_{\text{ц}} = 0,85 \dots 0,9$ ).

Діаметр циліндра округлюється у бік збільшення і повинен закінчуватися на парну цифру або ділитися на 5.

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 386}{\pi \cdot 0,35 \cdot 0,88}} = 39,94 \approx 40 \text{ мм.}$$

Час спрацювання поршня визначається як [27]:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

де  $t_1$  - час спрацювання розподільника;

$t_2$  - час поширення хвилі тиску від розподільника до робочого циліндра;

$t_3$  - час підготовчого періоду;

$t_4$  - час переміщення поршня;

$t_5$  - час заключного періоду.

Час спрацювання  $t_1$  розподільника.

Часом спрацювання розподільника можна знехтувати як величиною незначною у порівнянні з часом робочого циклу.

Час поширення хвилі тиску  $t_2$  від розподільника до робочого циліндра [27]:

$$t_2 = \frac{l_m}{a}$$

д

е

$a$  – швидкість поширення звуку в повітрі, яка дорівнює 341 м/с.

$$t_2 = \frac{0,35}{341} = 0,001026,$$

Витрати тиску на тертя при течії повітря по трубопроводу враховується коефіцієнтом витрати.

Підготовчий період  $t_3$  охоплює проміжок часу, коли в робочій порожнині тиск збільшується, а у вихлопній зменшується, причому ці процеси протікають до тих пір, поки в обох порожнинах не створиться перепад тисків, при якому рушійна сила подолає сили опору приводу і поршень зрушиться з місця. Тобто, знаходиться час на заповнення робочої порожнини і час закінчення стисненого повітря з вихлопної порожнини до створення необхідного перепаду тисків. За розрахунковий час приймається найбільший.

Час наповнення робочої порожнини обчислюють як [27]:

$$t_{3н} = 3,62 \cdot 10^{-3} \frac{V_{01}}{f_1} [\psi_1(\sigma_2) - \psi_1(\sigma_1)] = 3,62 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,000169}{0,83 \cdot 0,016} \cdot 3,5 = 0,0016,$$

Де  $V_{01}$  - початковий обсяг робочої порожнини циліндра і трубопроводу, з'єднуючий його з розподільником;

$\sigma_1, \sigma_2$  - безрозмірний (відносний) тиск;

$p_1; p_2$  - початковий і кінцевий тиск в робочій порожнині;

$p_m$  - тиск в підводній магістралі;

$\mu$  - коефіцієнт витрат ( $\mu = 0,8 \dots 0,85$ );

$f_1$  - площа впускного отвору (нагнітальний трубопровід);

$\psi_1, \psi_2$  - коефіцієнти відносного теплообміну – знаходиться

графічно. Можна припустити, що робота відбувається по изобарному процесі, тоді  $\psi_1 = \psi_2 = \psi$ ,

$K$  - показник адіабати ( $k = 1,4$ );

$$\psi = \frac{k}{k-1} = \frac{1,4}{1,4-1} = 3,5;$$

$$t_{3в} = 2,53 \cdot 10^{-2} \frac{V_v}{\mu_v f_2 \sigma^{k-0,5k}} [\psi_2(\sigma_{в2}) - \psi_2(\sigma_{в1})] = 2,53 \cdot 10^{-2} \frac{0,00018 \cdot 3,5}{0,83 \cdot 0,016 \cdot 2^{0,7}} = 0,007, \quad (2.7)$$

де  $V_v$  - обсяг вихлопної порожнини в момент початку руху поршня;



$f_2$  - площа випускного отвору (трубопроводу);

$\sigma_{B1}, \sigma_{B2}$  - безрозмірний відносний тиск у вихлопній порожнині [27];

$$\sigma_{\epsilon 1} = \frac{p_a}{p_{\epsilon 1}}; \quad \sigma_{\epsilon 2} = \frac{p_a}{p_{\epsilon 2}}; \quad (2.8)$$

$p_{B1}, p_{B2}$  - початковий і кінцевий тиск у вихлопній порожнині;

$p_a$  - атмосферний тиск [27];

$$\sigma = \frac{\delta_{\dot{a}}}{\delta_i}; \quad (2.9)$$

$$\Delta p = \xi \cdot p_a; \quad (2.10)$$

$\xi$  - коефіцієнт втрат в місцевих опорах.

У розрахунок приймається більший час.

Час переміщення поршня найбільш точно цей час можна визначити за допомогою графіків. Наближені розрахунки дають похибку 1-10% від точних розрахунків.

Відносний час спрацьовування одностороннього пневмоприводу

для  $0 < N < 1,0$

$$\tau = \frac{1,16(\Omega + 3,05)}{\Omega(1 - 0,9\chi)}$$

для  $1 < N < 5,0$

Е

де  $\Omega$  - коефіцієнт пропускної здатності приводу.

М

$$\Omega = \frac{\mu_2 d_2^2}{\mu_1 d_1^2} = \frac{P}{P_a}$$

$N$  - конструктивний параметр;

$$N = 275,14 \frac{\mu_1 d_1^2}{D_y^3} \sqrt{\frac{P}{p_m}} = 275,14 \cdot \frac{0,83 \cdot 4,5^2}{40^3} \sqrt{\frac{386}{6000}} = 4,58,$$

$\chi$  - коефіцієнт навантаження;

Е

$$\chi = \frac{P}{0,785 p_m D_y^2} = \frac{386}{0,785 \cdot 6000 \cdot 40^2} = 1,004$$

Дійсний час спрацьовування поршня

u

$$t_4 = 1,31 \cdot 10^{-3} \frac{S D_y^2}{\mu_1 d_1^2} \cdot \tau = 0,0107, \quad (2.16)$$

t

i

o

де  $S$  - хід поршня;

$d_1, d_2$  - діаметри впускного і випускного отворів циліндра;

$\mu_1, \mu_2$  - коефіцієнти витрати впускного і випускного отворів.

Час заключного періоду.

Час наростання тиску в робочій порожнині

$$t_{5H} = \frac{3,62 \cdot 10^3 (V_0 + F_1 S)}{f_2^{k-0,5k}} [\psi_1(\sigma_2) - \psi_1(\sigma_1)] = 0,0107,$$
 де  $V_0$  - обсяг робочої порожнини на початку ходу поршня;

$F_1$  - площа поршня.

Час падіння тиску повітря в вихлопній порожнині

$$t_{5g} = \frac{2,53 \cdot 10^{-2} V_{вп}}{f_2^{k-0,5k}} [\psi_2(\sigma_{g2}) - \psi_2(\sigma_{g1})] = 0,0018$$
 де  $V_{вп}$  - обсяг вихлопної порожнини в кінці ходу поршня.

Час заключного періоду рівний більшому.

Товщина стінки циліндра [27]:

$$\delta = \frac{D_u}{2} \cdot \left( \sqrt{\frac{[\sigma_p] + p(1-2\mu)}{[\sigma_p] - p(1+2\mu)}} - 1 \right) = 4,013, \quad (2.19)$$

де  $[\sigma_p]$  - допустиме напруження на розтяг. Для сталі  $[\sigma_p] = 240$  МПа;

$\mu$  - коефіцієнт Пуассона ( $\mu = 0,25 \dots 0,3$ ).

Таким чином в результаті виконання розрахунків отримано:

Товщина стінки циліндра не повинна бути менше 4 мм.

Шток поршня і пуансон підлягають перевірці на стійкість [27].

Розроблені деталювання знаходиться в графічній частині.

## 2.2 Стенд контрольний

Розроблено стенд ДП ПБ5101.1702.008 СК, його ескіз наведено на рис. 2.3.

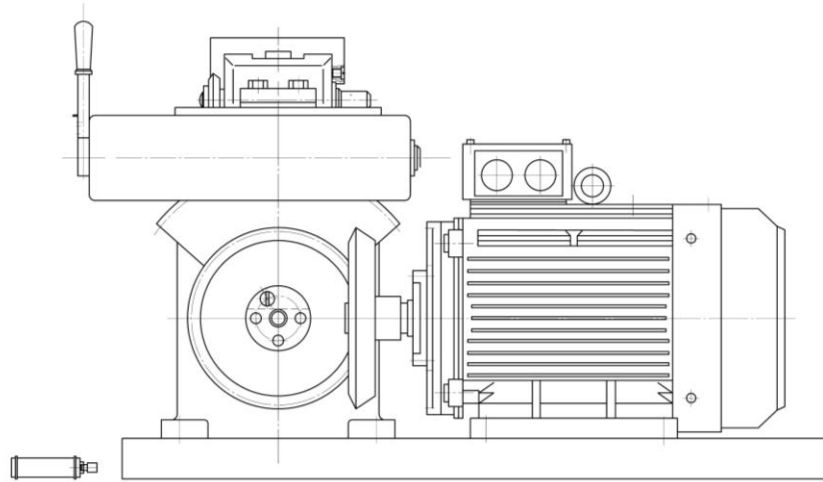


Рис. 2.3. Ескіз стану контрольного.

Стенд складається з:

1. Двигун (1 шт.) (рис.2.5);
2. Варіатор (1 шт);
3. Плита (1 шт);
4. Датчик (1 шт) (рис.2.4);
5. Спеціальне магнітне колесо (1шт);
6. Контролер двигуна (1 шт.) (рис. 2.7);
7. Ричаг фіксуючий (1 шт.) (рис.2.6);
8. Блок електроніки (1 шт.) (рис.2.8).



Рис 2.4. Датчик 202816 STANDART SHORT MAGNETIC PICKUP

Магнітний датчик частоти обертання використовується для визначення частоти обертання вала. Для перетворення вихідного сигналу магнітного датчика оборотів в сигнал, що приймається підсилювачем регулятора необхідні ланцюг спідометра, або частина на шасі підсилювача регулятора, або окремий блок.

Магнітний датчик оборотів дає вихідну напругу, коли будь-який магнітний матеріал проходить через магнітне поле на кінці датчика.

Немагнітні матеріали, такі як алюміній, латунь і деякі типи нержавіючої сталі не порушуватимуть магнітний датчик. [28]:

Магнітний датчик використовує «магнітне поле розсіювання» і немає необхідності використовувати магнітні ланцюги або лінії магнітної індукції. Будь-який пристрій, яке виробляє динамічний розрив магнітного матеріалу в області датчика буде виробляти електричну напругу.

Магнітний датчик може порушуватися замковим пазом або пазом в колесі, але існує ймовірність небажаного фонових сигналу з-за різної щільності або ексцентричності матеріалу.

Переважно, щоб магнітний датчик збуджувався від виступу на поверхні. Це дозволяє розмістити датчик на порівняно великому відстані від матеріалів між періодами збудження і ймовірність того, що будуть збиратися сторонні сигнали мало ймовірна.

Вихідна напруга магнітного датчика залежить від трьох чинників:

- напруга зростає із збільшенням швидкості переміщення поверхні спостережуваного магнітного матеріалу;
- зі збільшенням повітряного зазору між магнітним датчиком і поверхнею виступу зубчастого диска напруга зменшується;
- форма сигналу напруги залежить від розміру і форми зубчастого диска щодо розміру і форми полюсного наконечника; [28]

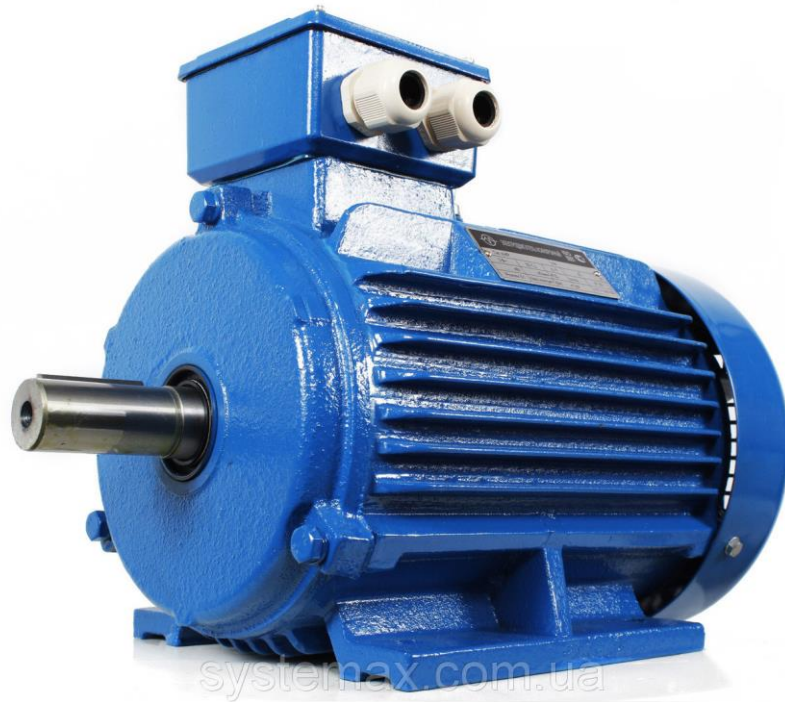


Рис. 2.5. Двигун АІР71В8

Табл. 2.1. Основні дані двигуна

Модель	AIP71B8
Тип двигуна	Трифазний асинхронний загальнопромисловий
Потужність, Р	0,25 кВт
Частота обертання умовна (Фактична), $\nu$	750 (645) об / хв
Напруга, U	220/380 В ( $\Delta$ / Y)
Номінальний струм, I	1,1 А
ККД, $\eta$	54,0%
Коефіцієнт потужності, $\cos\phi$	0.61
Вага, m	9,0 кг
Матеріал корпусу	Чавун (або силумін)
Виконання	IM1081 (на лапах)

Клас ізоляції статора	F
Клас захисту	IP55
Режим роботи	S1

[29].

Ричаг фіксуючий, який необхідний для забезпечення фіксації та дотримання певного кута повороту, наведений на рис. 2.6.

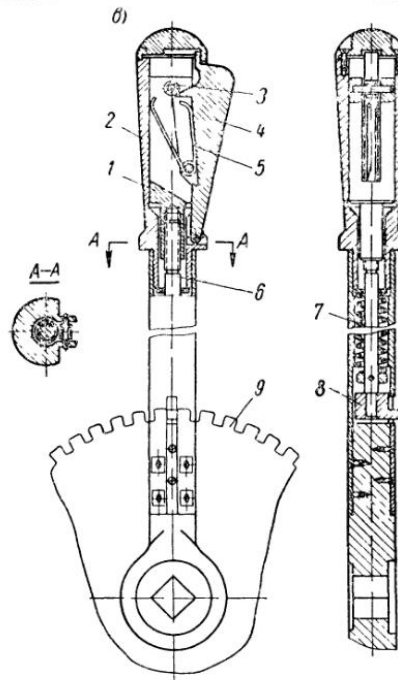


Рис. 2.6. Ричаг фіксуючий. [30]

Контролер «Vb K36 / 500DC» (рис.2.7) призначений для регулювання швидкості електродвигунів постійного струму, що мають номінальну напругу 36 вольт і в короткочасних режимах реалізує потужність електродвигуна до 940 ват.



Рис. 2.7. Контролер «Vb K36 / 500DC»

Рекомендується для використання з зовнішніми електродвигунами постійного струму з редуктором 36v / 500w.

Технічні характеристики

- номінальна робоча напруга: 36 v
- максимальна робоча напруга 50 v
- мінімальна напруга (відсічення акумулятора з метою збереження його ресурсу) 31v +/- 0.5 v
- керуюча напруга: 1 - 4.2v
- максимальний струм: 26 a
- номінальна потужність: 500 w
- максимальна потужність: 940 w
- максимальна швидкість електровелосипеда, з зовнішнім електродвигуном 36v 500w, обладнаного цим контролером: 46 км / год (може змінюватися, в залежності від діаметру обода)
- допустимий діапазон температур навколишнього середовища при експлуатації: -25 градусів цельсія / +45 градусів цельсія.
- можливість підключення системи pas (система активування мотор колеса при обертанні педалей)
- розміри контролера: 90 x 70 x 35 мм
- довжина проводів: 90 мм
- вага контролера: 175 г

Особливості експлуатації

Максимальний струм контролера «VB K36 / 500DC» - 26 ампер, що перевищує потужності характеристики зовнішнього електродвигуна постійного струму з редуктором VB 36 v 500W більш ніж в півтора рази. Це зроблено для використання максимальної потужності електродвигуна і запобігання перегріву контролера в найважчих умовах експлуатації. Тому застосування контролерів з великим струмом, для двигуна подібної потужності, не потрібно. Електронна

схема контролера стійка до вібрацій і розміщена в пиловологозахисні корпусі. Наявність розвинених радіаторів охолодження забезпечує ефективне відведення тепла в умовах підвищеної температури навколишнього середовища.[31]

Блок електроніки (рис. 2.8) дозволяє записувати всю інформацію з датчиків на карту пам'яті або передавати отриману інформацію через інтерфейс USB оператору на комп'ютер. Також цей блок виконує роль центра живлення для датчика.



Рис 2.8. Блок електроніки [32].

Робота стенда полягає в наступному.

Після того, як через контролер (рис.2.7) запустили двигун (рис. 2.5) обертальний рух через шпонку та конічне колесо передається на конічне колесо варіатору. Далі через передачі рух доходить до фрикціону.

За допомоги рычага фіксуючого (рис 2.6) через штифт і черв'ячну передачу повертаємо сектор на фіксований кут ( $5^{\circ}$ ) в межах  $30^{\circ}$ . Це дозволяє передати рух на ролик з вихідним валом і жорстко зафіксувати його.

На вихідний вал встановлено спеціальне магнітне колесо за допомоги шпонки. На головку встановлено обідок з жорстким закріпленням в ньому за допомоги двох гайок датчиком (рис.2.4). Обідок прижимається до головки за допомоги прижимних винтів.

Датчик міряє частоту обертів і передає результати оператору на ПК.

Розрахунок параметрів стенда



Швидкість переміщення поверхні в метрах за хвилину (м / хв) або в дюймах в секунду (дюйм / сек) відноситься до оборотів в хвилину (об / хв) [28]:

$$V_n = \frac{n \cdot \pi \cdot d}{60} \quad (2.20)$$

де  $n$  – кількість обертів за хвилину;

$d$  – діаметр зубчастого колеса.

Так як у нас варіатор, то швидкість буде змінюватися в залежності від кута нахилу гриба, тому розрахуємо для мінімальної та максимальної можливих швидкостей для цього стенду.

$$V_{6 \text{ макс}} = \frac{2100 \cdot \pi \cdot 30}{60} = 3299 \text{ мм/хв} = 3.299 \text{ м/хв}$$

$$V_5 = \frac{1675 \cdot \pi \cdot 30}{60} = 2631 \text{ мм/хв} = 2.631 \text{ м/хв}$$

$$V_4 = \frac{1340 \cdot \pi \cdot 30}{60} = 2105 \text{ мм/хв} = 2.105 \text{ м/хв}$$

$$V_3 = \frac{1005 \cdot \pi \cdot 30}{60} = 1579 \text{ мм/хв} = 1.579 \text{ м/хв}$$

$$V_2 = \frac{670 \cdot \pi \cdot 30}{60} = 1052 \text{ мм/хв} = 1.052 \text{ м/хв}$$

$$V_1 = \frac{335 \cdot \pi \cdot 30}{60} = 526 \text{ мм/хв} = 0.526 \text{ м/хв}$$

$$V_{0 \text{ мін}} = \frac{0 \cdot \pi \cdot 30}{60} = 0 \text{ м/хв}$$

Отже, швидкість обертання колеса варіюється з певним кроком і в залежності від кута нахилу, буде змінюватися не тільки частота обертання.

Розмір діаметральної кроку зубчастого диска отримують за формулою[28]:

$$h_d = \frac{z+2}{d_d} \quad (2.20)$$

де  $z$  - кількість зубів;

$d_d$  – діаметр зубчастого колеса (в дюймах).

$$h_d = \frac{30+2}{1.181} = 27,096$$

Розмір модуля зубчастого диска отримують за наступною формулою[28]:

$$m = \frac{d_M}{z+2} \quad (2.21)$$

$d_M$  - діаметр зубчастого диска (в мм);

$z$  - кількість зубів.

$$m = \frac{30}{30+2} = 0,9375 \approx 1. [28]$$

### 2.3 Стенд для обкатки варіатору

Ескіз спроектованого стенду наведено на рис. 2.9.

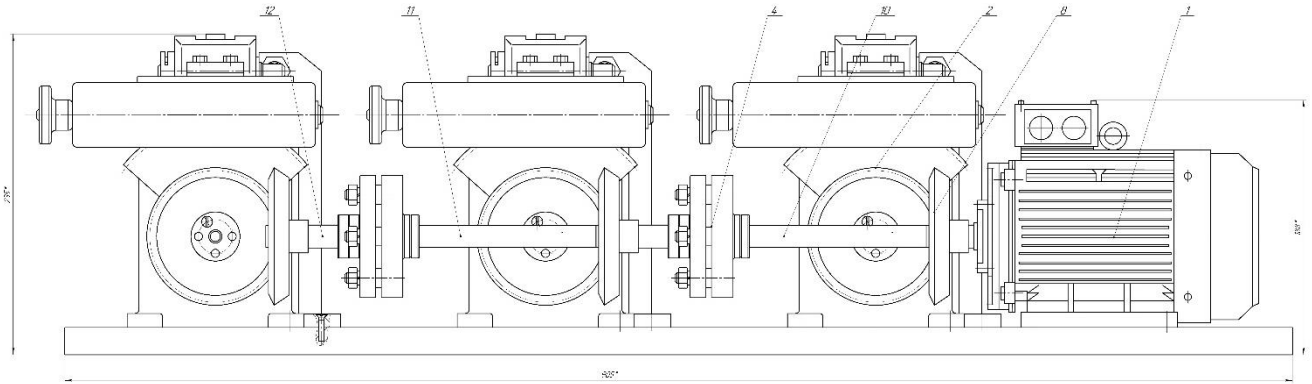


Рис 2.9. Ескіз креслення випробувального стенду

Стенд складається з:

1. Двигун (1 шт.) (рис. 2.5);
2. Варіатор (3 шт);
3. Плита (1 шт);
4. Датчик (3 шт)(рис. 2.11);
5. Стійка (3шт);
6. Контроллер (1 шт.) (рис. 2.7);
7. Муфта (3 шт.)(рис. 2.9);
8. Блок електроніки (3 шт.) (рис. 2.8);
9. Осі (3 шт.).

Стенд для обкатки дозволяє виконувати приробіток і випробування варіатору.

Переваги обкатного стенду:

1. Мала енергоємність
2. Автоматизований процес обкатки
3. Простота монтажу та обслуговування

4. Інтерфейс / зв'язок з ПК /: візуальний контроль за процесом обкатки з віддаленого робочого місця, збір і зберігання результатів.

Контрольовані параметри обкатного станду, які можливо змінювати в залежності від встановленого датчика:

1. Тиск в системі мастила
2. Температура охолоджуючої рідини
3. Частота обертання вала
4. Крутний момент
5. Розвинута потужність

Табл. 2.2. Технічні характеристики:

Принцип навантаження	динамічний
мережа живлення	3 фази
Режим роботи:	випробування
Потужність приводного електродвигуна, кВт	0,25
Кількість обертів n-	$750 \text{ мін}^{-1}$ ,

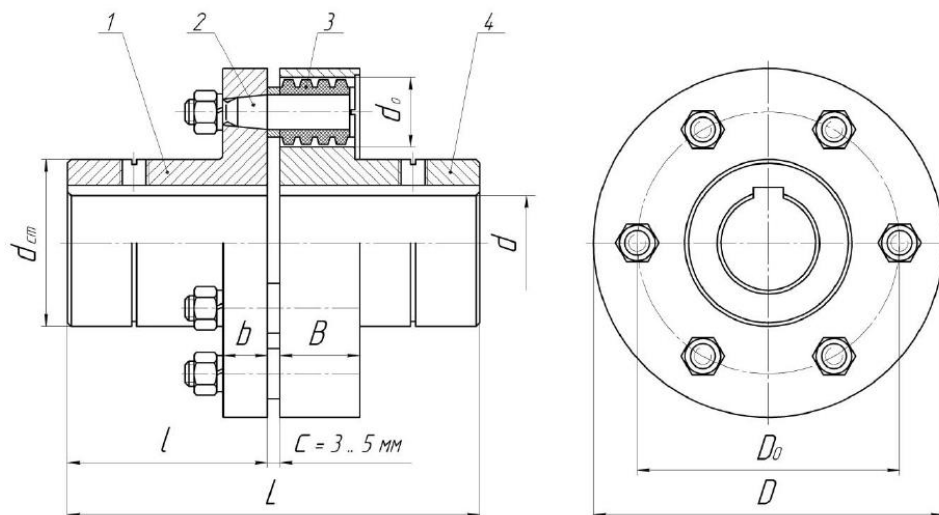


Рис 2.9. Муфта з'єднувальна

Муфти пружні втулочно-пальцеві (МУВП) отримали широке поширення завдяки відносній простоті конструкції і заміні пружних елементів.

МУВП також здатна амортизувати удари, попереджати резонанс.

МУВП стандартизовані по ГОСТ 21425 -93 для валів діаметром від 10 до 160 мм і обертаючих моментів до 16000 Н · м.

Пружні властивості муфти забезпечуються за рахунок втулок, здатних деформуватися під дією переданого крутного моменту М.

Під фланці напівмуфти 1 конітичними хвостовиками закріплені пальці 2, на які надягнуто втулки 3. Втулки входять в отвори, розташовані у фланці напівмуфти 4.

Матеріал напівмуфт - сірий чавун СЧ-20 по ГОСТ 1412-79, сталь 30, сталь 30Л. Матеріал пальців - сталь 45 по ГОСТ 1050-74 з твердістю 241 ... 285 НВ.

Для більшої наочності загального вигляду муфти, її об'ємна модель зображена на рис. 2.10.

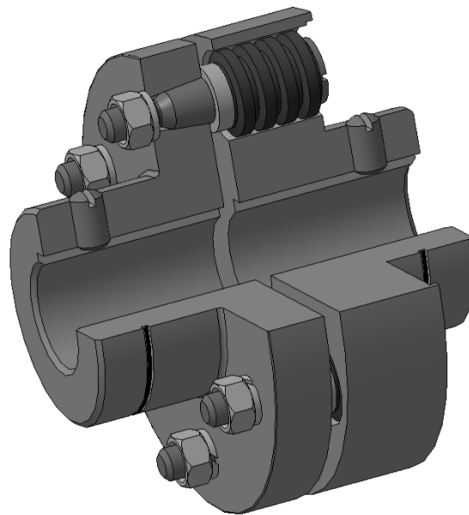
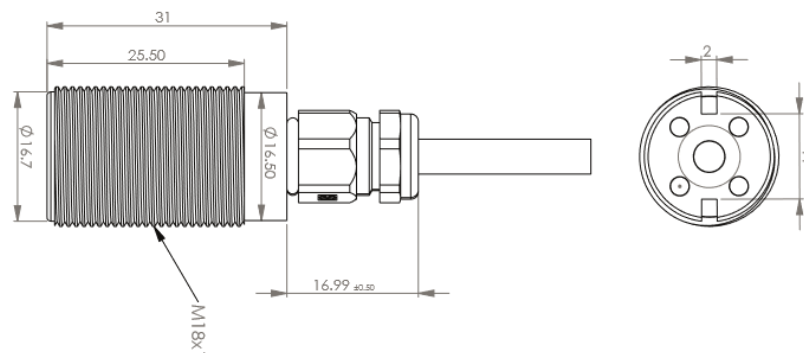


Рис 2.10. Муфта пружна втулично-пальцева в розрізі [33].



### Рис 2.11. Датчик S-Torq –М.

У датчиках серії S-Torq використана новітня технологія змінного намагнічування вала. Цей датчик моменту не вимагає втручання в конструкцію вала, досить мати вільну ділянку вала довжиною 100 мм і менше. Вал повинен бути з феромагнітного матеріалу. Датчик встановлюється на кронштейні з постійним зазором щодо поверхні вала.

Перед початком вимірювань повинна бути виконана калібрування шляхом додатка до валу відомого крутного моменту. У процесі калібрування не має значення, обертається вал або нерухомий.

Налаштування датчика виконується через інтерфейс USB [32]

#### Робота стенда

Після того, як через контролер (рис.2.7) запустили двигун (рис. 2.5) обертальний рух через шпонку та конічне колесо передається на конічне колесо варіатору. Для того, щоб рух перейшов до наступних варіаторів було введено муфти з осями. За допомоги їх через шпонку і конічне колесо рух передається на вхід варіатору через конічну передачу.

Датчики закріплені в стійках, які в свою чергу загвинчені в плуту за допомоги гвинтів.

Кожен датчик (рис. 2.11) вимірює крутний момент вихідного валу варіатору, дані передає за допомоги проводу на блок електроніки (рис. 2.8), який записує отримані результати на карту пам'яті та передає інформацію на ПК за допомоги з'єднання по кабелю.[32]

#### Розрахунок параметрів стенда

Працездатність муфти визначається здатністю пальців і гумових втулок. Перевірочний розрахунок гумових втулок виконується по умові їх міцності на зминання, а самих пальців - за умовою міцності на вигин.

Зусилля, що припадає на один палець розраховується за формулою [33]:

$$F_n = \frac{2000 \cdot M_{KP}}{D_0 \cdot z} \quad (2.22)$$

де  $D_0$  - діаметра розташування пальців, мм;

$z$  - кількість пальців.

$$F_n = \frac{2000 \cdot 40000}{62 \cdot 6} = 215054$$

Умова міцності втулок муфти розраховується за формулою [33]:

$$\sigma_{CM} = \frac{F_n}{d_n l_B} < [\sigma]_{CM} \quad (2.23)$$

де  $d_n$  - діаметр пальця, мм;

$l_B$  - довжина втулки, мм;

$[\sigma]_{CM}$  - допустимі напруження зминання, для гум (1.8...2.0 МПа)

$$\sigma_{CM} = \frac{215054}{10 \cdot 15} = 1433.6 < [\sigma]_{CM}$$

Умова міцності пальців на вигин [33]:

$$\sigma_u = \frac{32 F_n (0.2 l_B + c)}{\pi \cdot d_n^3} < [\sigma]_u \quad (2.24)$$

де  $c$  - зазор між напівмуфтами, мм;

$[\sigma]_u$  - допустимі напруження згину для пальців, приймають (60...70 МПа)

$$\sigma_u = \frac{32 \cdot 215054 \cdot (0.2 \cdot 15 + 3)}{\pi \cdot 10^3} = 13143.13 < [\sigma]_u$$

При роботі муфти в умовах радіального зміщення валів виникає додаткове радіальне навантаження. Усереднене значення цього навантаження становить

$$F_M = \frac{(500..600) \cdot M_{KP}}{D_0} \quad (2.25)$$

$$F_M = \frac{550 \cdot 40000}{62} = 352838.7 \text{ . [33]}$$

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

В даному розділі було розглянуто проблему розробки стендів для контролю та випробування, та пристосування для обробки.

Пристосування для запресування шарикопідшипника в корпус (гніздо) було розроблено спеціально для запресування шарикопідшипника. Воно являє собою пневматичний прес. Для збільшення його можливостей в подальшому використанні, запресування відбувається за допомоги насадки, яку можна за необхідності змінити, за умови наявності попередньо розробленої насадки для необхідного корпусу.

Стенд для контролю частоти обертання вихідного валу в залежності від кута нахилу гриба дозволяє перевірити основну формулу передачі руху даного типу варіатору і відповідність йому. Даний стенд є менш уніфікований, ніж прес, адже для його роботи необхідно розробити декілька додаткових деталей, таких як обід, де закріплюється датчик.

Випробувальний стенд – стенд для обкатки, необхідний для первинного напрацювання готового виробу. Це необхідно, щоб в майбутньому зменшити вірогідність поломки. Він розроблений для даного виробу і не може бути використаний для інших виробів в зв'язку з зміною габаритних розмірів або вимогами до двигуна.

При роботі з обладнанням необхідно дотримуватися правил проведення контролю або випробування, установлені технологом або конструктором, техніки безпеки, перевіряти обладнання в попередньо установлені строки, виконувати завчасний ремонт.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Даний дипломний проект вирішує задачі та проблеми, які виникають перед технологом при розробці ділянки цеху складання виробу.

Тобто проходження всіх етапів складання, від найпершого, у вигляді аналізу виробу, його особливостей та специфіки використання, до останнього, у вигляді розробки стендів, пристосувань, які потім необхідно розташувати в розпланованій ділянці цеху складання.

Одним з найважливіших етапів з цього списку є розробка технологічного процесу складання, адже від його правильності залежить наскільки швидко, точно, якісно та надійно буде створено готовий виріб. Тобто наскільки економічно доцільно буде його створювати. Також він впливає на експлуатаційні можливості виробу, то, наскільки він задовольнить потреби користувача.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фрикційна передача.  
[http://www.shevchenkove.org.ua/person\\_syte/Page/Metodrobota/Механіка%20нова/Dokument/DM/фрикц.%20передача.htm](http://www.shevchenkove.org.ua/person_syte/Page/Metodrobota/Механіка%20нова/Dokument/DM/фрикц.%20передача.htm)
2. М.А. Саверин. Машиностроение. Энциклопедический справочник. Раздел первый. Инженерные расчёты в машиностроении том 2. – м. – 1948. – 907 с.
3. Фещенко В.Н. Справочник конструктора. Книга 1. Машины и механизмы : учеб.-прак. пос / В.Н. Фещенко. – М.Ж Инфра-Инженерия, 2016. – 400 с.
4. Пронин Б.А., Ревков Г.А., Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи (вариаторы) - изд. 3-е, перераб. и доп. – М.:Машиностроение , 1980 .- 320 с., ил.
5. Передаточное отношение вариатора. <https://mash-hxl.info/page/026088248038031189071073209145108148170141007035/>
6. Вариатор технические требования. <http://provariator.ru/tehnicheskie-usloviya-variatora>
7. Проць Я.І., Савків В.Б., Шкодзінський О.К., Ляшук О.Л. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 344с.
8. Технологічність виробів складання  
<https://msd.com.ua/konstruyuvannya-mebliv/tehnologichnist-virobiv/>
9. Румбешта В.О. Технологія складання, регулювання та випробування приладів. –К.: НТУУ „КПІ” 2013. – 360.С.
10. Структурна схема складання. [http://bookwu.net/book\\_tehnologiya-mashinobuduvannya\\_1079/63\\_6.5-pobudova-tehnologichno-shemi-skladannya](http://bookwu.net/book_tehnologiya-mashinobuduvannya_1079/63_6.5-pobudova-tehnologichno-shemi-skladannya)
11. Технологічна схема складання. [http://bookwu.net/book\\_tehnologiya-mashinobuduvannya\\_1079/61\\_6-proektuvannya-tehnologichnih-procesiv-skladannya;](http://bookwu.net/book_tehnologiya-mashinobuduvannya_1079/61_6-proektuvannya-tehnologichnih-procesiv-skladannya;)

12. Ванна для мийки деталей. <https://prom.ua/p491753620-vanna-dlya-mojki.html>
13. Сушильна шафа. <https://www.spm.ru/catalog/sushilnye-shkafy/sm-50-250-250-shs/>
14. Шафа для інструментів. <https://prom.ua/ua/p745131416-shkaf-dlya-instrumentov.html>
15. Стіл комплектувальний. <http://www.rus-met96.ru/products techno stoly-komplektovschika.htm>
16. Стіл складальний. <https://radmir-shop.ru/p337304675-slesarno-sborochnyj-stol.html>
17. Прес ручний настільний RIV2100. <http://metalvis.ua/catalog/c-crimping-tool/prod-pres-ruchnij-nastilnij-riv2100.html>
18. Назаренко О.В., Суржик О.С. – Технологія машинобудування. Навчальний посібник для студентів заочного відділення спеціальності 5.090227 «Обробка матеріалів на верстатах й автоматичних лініях» / Краматорськ, Лозова: МК ДДМА, ЛФ ХАДТ, 2007. – 80 с.
19. Електричний гайковерт. [https://torpedo.com.ua/ua/elektrichnij-gajkovert-procraft-es-1450.html?gclid=CjwKCAjw0N3nBRBvEiwAHMwvNu4dqOtdpbHnZDDGvCUYx7e8wi8Km4ITe4artLoGxTcbD0M248z1lBoCZRgQAvD\\_BwE](https://torpedo.com.ua/ua/elektrichnij-gajkovert-procraft-es-1450.html?gclid=CjwKCAjw0N3nBRBvEiwAHMwvNu4dqOtdpbHnZDDGvCUYx7e8wi8Km4ITe4artLoGxTcbD0M248z1lBoCZRgQAvD_BwE)
20. Механічний пінцет. <https://besplatka.ua/uk/obyavlenie/mechanicheskii-pincet-pauk-dlya-zahvata-melkih-detalei-c11403>
21. Молоток. <https://27.ua/ua/shop/molotok-montero-600-g.html>
22. Руденко П.О. Проектирование технологических процессов в машиностроении. - К.: Вища школа, 1985. - 255 с.
23. В.Ф. Скворцов «Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей», Учебное пособие, Томск, 2006г.;
24. Киселев Е.С.. Проектирование механосборочных и вспомогательных цехов машиностроительных предприятий: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 1999. 118 с.

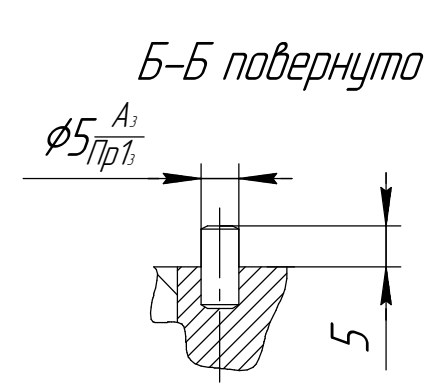
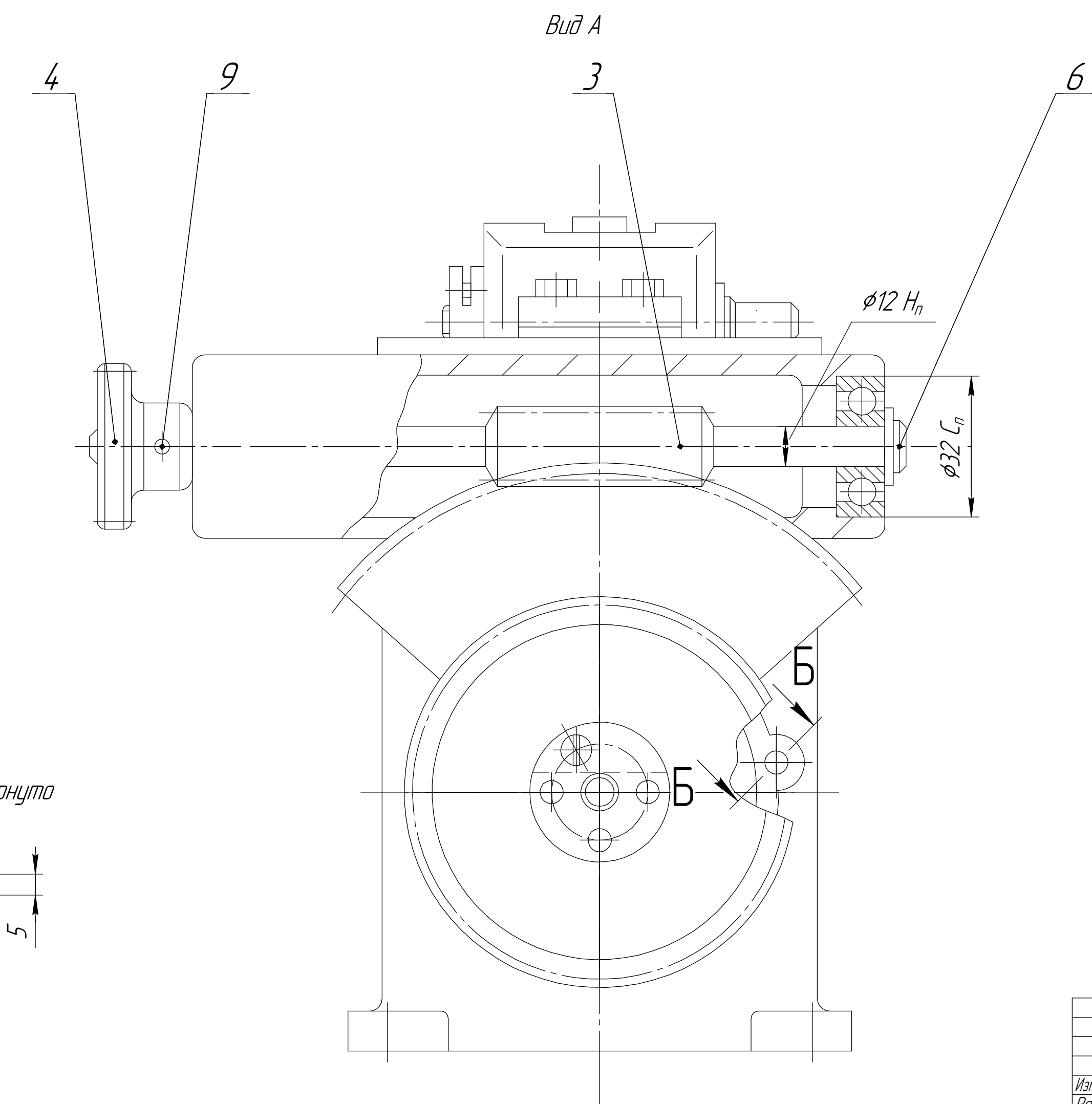
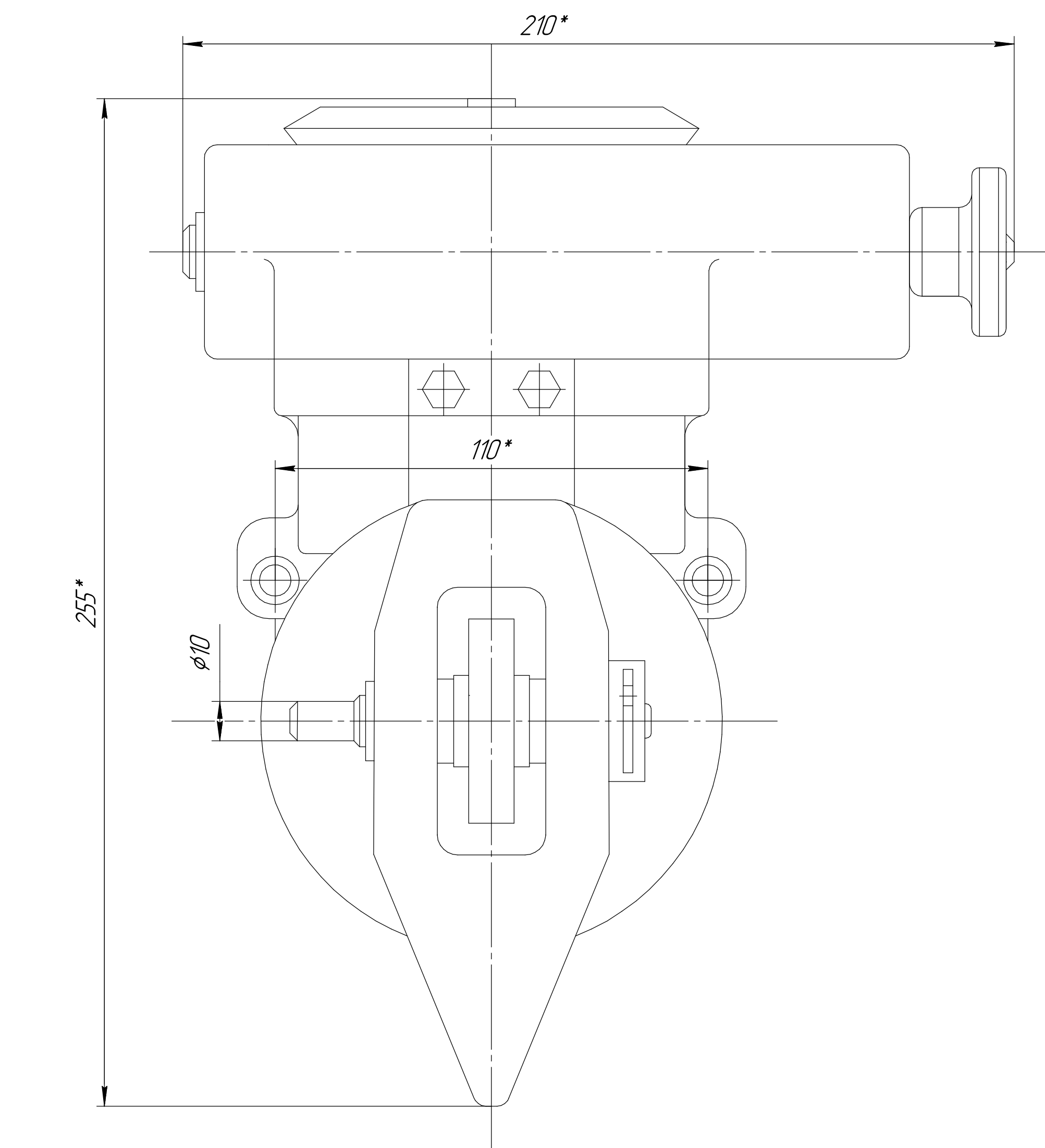
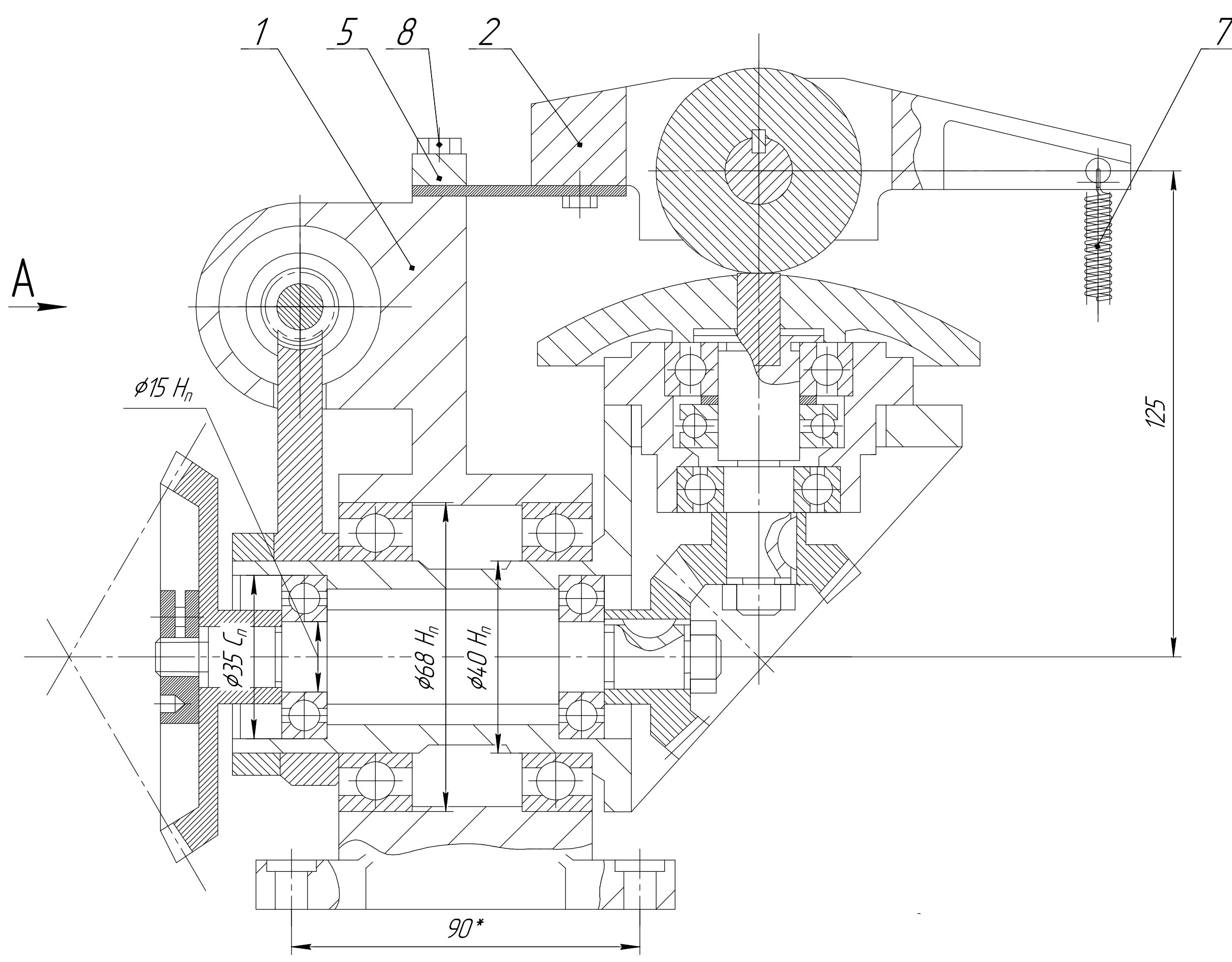
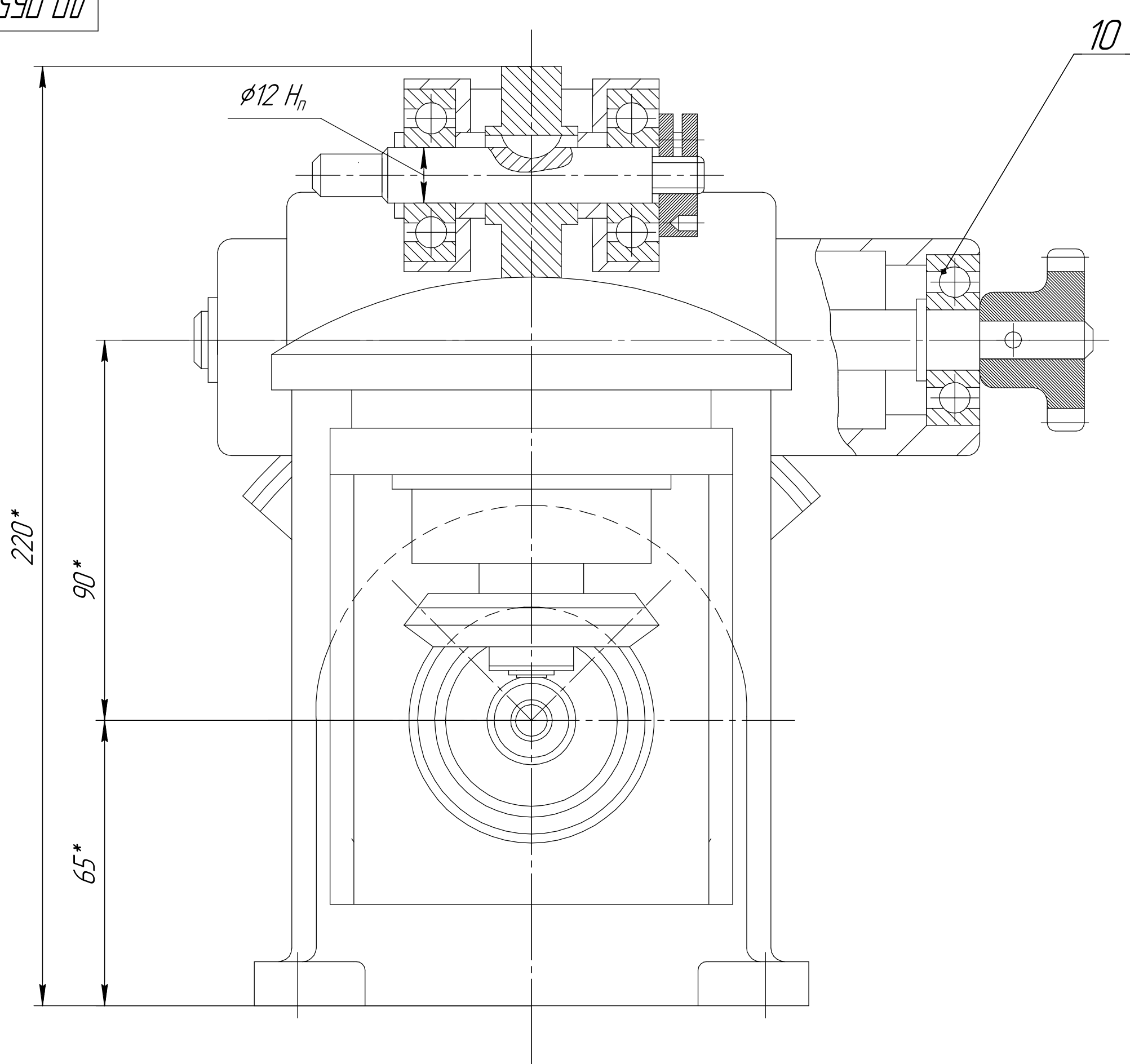
25. Лоев В.Ю. Механоскладальні дільниці та цехи. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи. Навчально-методичні вказівки. Житомир: ЖДТУ, 2013.- 33с
26. Прес пневматичний. <https://diplom89.ru/konstruktivnye/raznoe/441-razrabotka-pnevmaticheskogo-pressa>
27. Расчет пресса. <https://studfiles.net/preview/3894462/page:4/#7>
28. Руководство RU82510 (Редакция U, 3/2015). Перевод оригинальной инструкции. Магнитные датчики и бесконтактные переключатели для электронных органов управления. Справочное руководство
29. Двигатель АИР71В8. <https://systemax.ua/elektrodvigateli/trehfaznye-obshepromyshlennye-elektrodvigateli/air/air71b8--0-25-kvt-750-ob-min-.html>
30. Справочник конструктора точного приборостроения. Под ред. Ф. Л. Литвина. М.-Л., Изд. «Машиностроение», 1964. 944 с. с илл.
31. Контроллер двигателя. [https://moto-velo.com.ua/print\\_product\\_info.php/products\\_id/16122](https://moto-velo.com.ua/print_product_info.php/products_id/16122)
32. Техническое описание серии S-Torq: датчики, измерительные системы, комплекты. – москва, 2015г. – 15 с.
33. Детали машин : Соединительные муфты: справочное пособие / сост. : Н. Г. Таровик, Т. А. Кулик, Е. С. Котушенко. – Краматорск : ДГМА, 2013. – 35 с.

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А. Специфікації до креслень

## ДОДАТОК Б. Карти технологічного процесу складання

ДОДАТОК В. Графічна частина  
дипломного проекту



- 1 Розміри для довідок\*  
2 Діапазон регулювання  $\Delta=6$   
3 Частота обертів на вході  $n=820$   
4 Частота обертів на виході  $n=335.2010$   
5 Крутний момент на вході  $M=4 \times 10^4$   
6 Крутний момент на виході  $M=1.2 \times 10^4$

ЛП ПБ5101.1702.001 СК				Варіатор грибовидний фрикційний			Лист 1		
Взам. інв. №	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб	Лист	Листів
Розроб.	Андрушко				1		1:1	1	1
Проб.	Вислюх								
І.контр.									
Н.контр.									
Утв.	Вислюх								





<i>Инв. № подл.</i>				
<i>Подп. и дата</i>				
<i>Взам. инв. №</i>				
<i>Инв. № дудл.</i>				
<i>Подп. и дата</i>				
<i>Подп. и дата</i>				

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

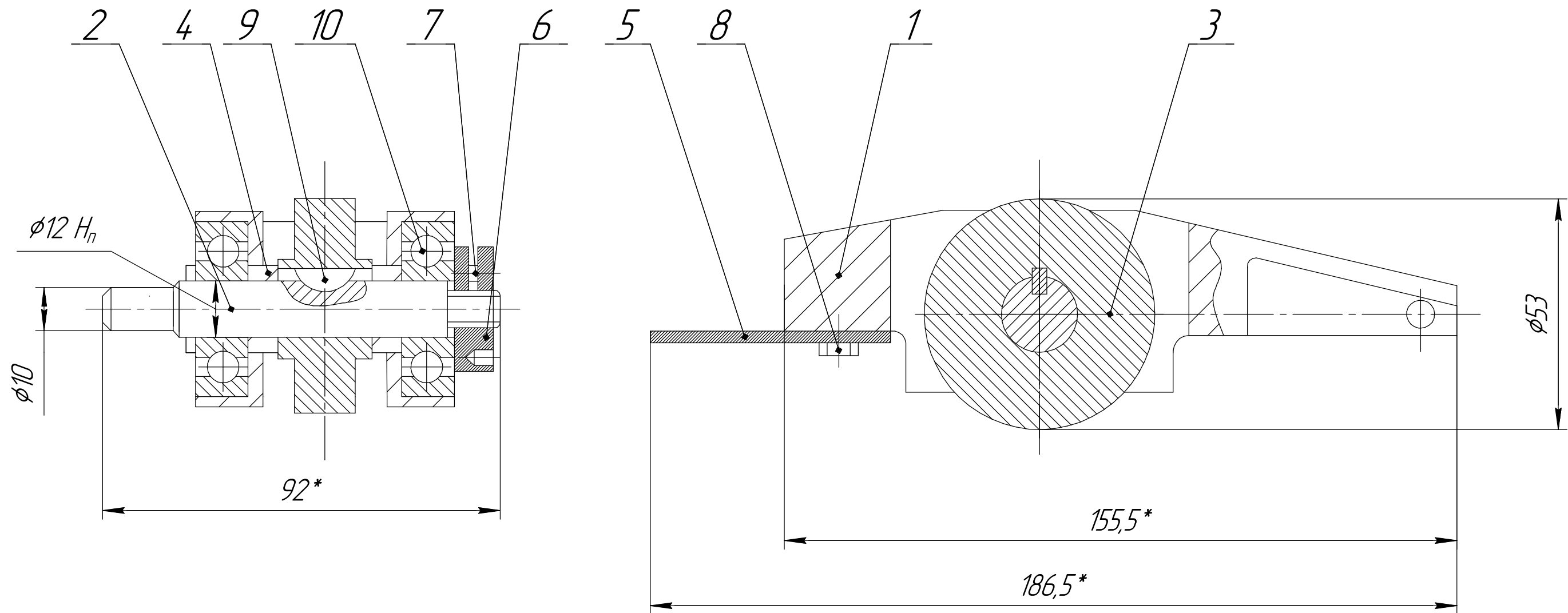
# ДП ПБ5101.1702.001 СЧ

<i>Лист</i>
2

Technical drawing of a mechanical assembly in cross-section. The drawing includes the following dimensions and labels:

- Overall diameter:  $\phi 115^*$
- Overall width:  $90^*$
- Internal diameters and widths:
  - $\phi 10_{\overline{np1} \overline{A_3}}$
  - $\phi 42 H_n$
  - $\phi 20 L_n$
  - $\phi 15 H_n$
  - $\phi 35 L_n$
- Component numbers (1-11) pointing to various parts of the assembly.
- Section lines indicating different materials or components.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						Документация			
	A4				ДП ПБ5101.1702.003 СК	Гнездо в сборе			
						Детали			
			1	ДП ПБ5101.1702.003.001	Гнездо	1			
			2	ДП ПБ5101.1702.003.002	Фрикцион грибовидный	1			
			3	ДП ПБ5101.1702.003.003	Колесо зубчатое коническое	1	m=2; z=22		
			4	ДП ПБ5101.1702.003.004	Ось 2	1			
			5	ДП ПБ5101.1702.003.005	Втулка 2	1			
			6	ДП ПБ5101.1702.003.006	Втулка 3	1			
			7	ДП ПБ5101.1702.003.007	Гайка круглая М8×0.5	1			
Подп. и дата									
					Стандартные изделия				
Инв. № дубл.									
			8		Шпонка сегментная	1			
					3×5 ГОСТ8795-68				
			9		Шарикоподшипник				
Взам. инв. №					8104 ГОСТ6874-75	1			
			10		Шарикоподшипник				
					104 ГОСТ8338-75	1			
			11		Шарикоподшипник				
Подп. и дата					202 ГОСТ8338-75	1			
Инв. № подл.					ДП ПБ5101.1702.003 СК				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
	Разраб.		Андрушко О.И.						
	Пров.								
Инв. № подл.					Гнездо в сборе		Лит.	Лист	Листов
									1
	Н.контр.						ПБФ, 4К		
	Утв.	Выслоух С.П.							



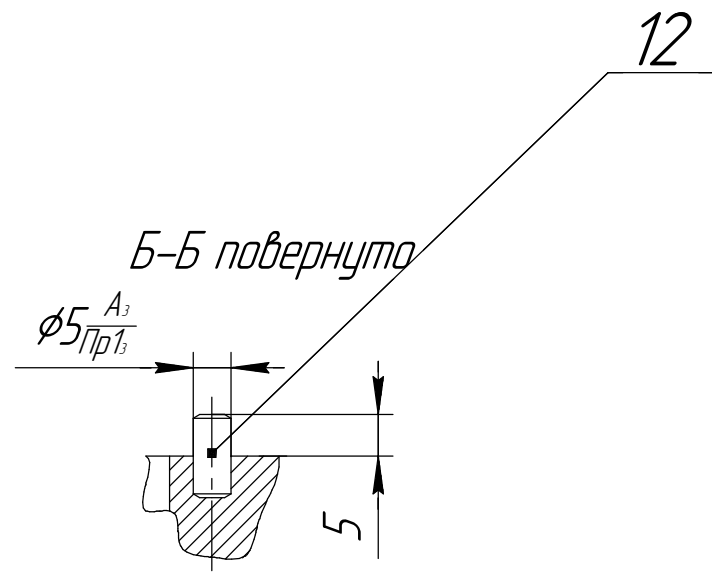
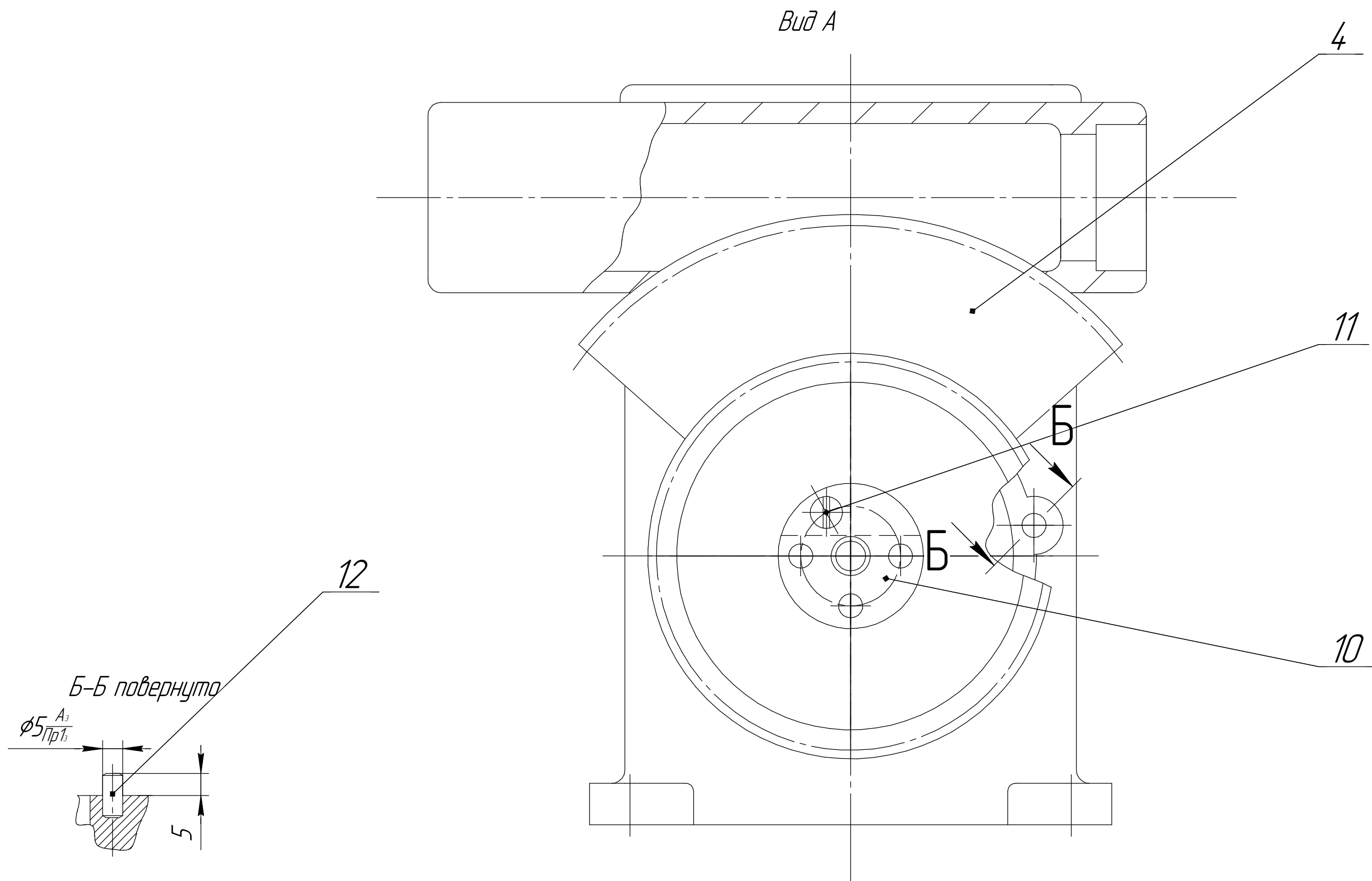
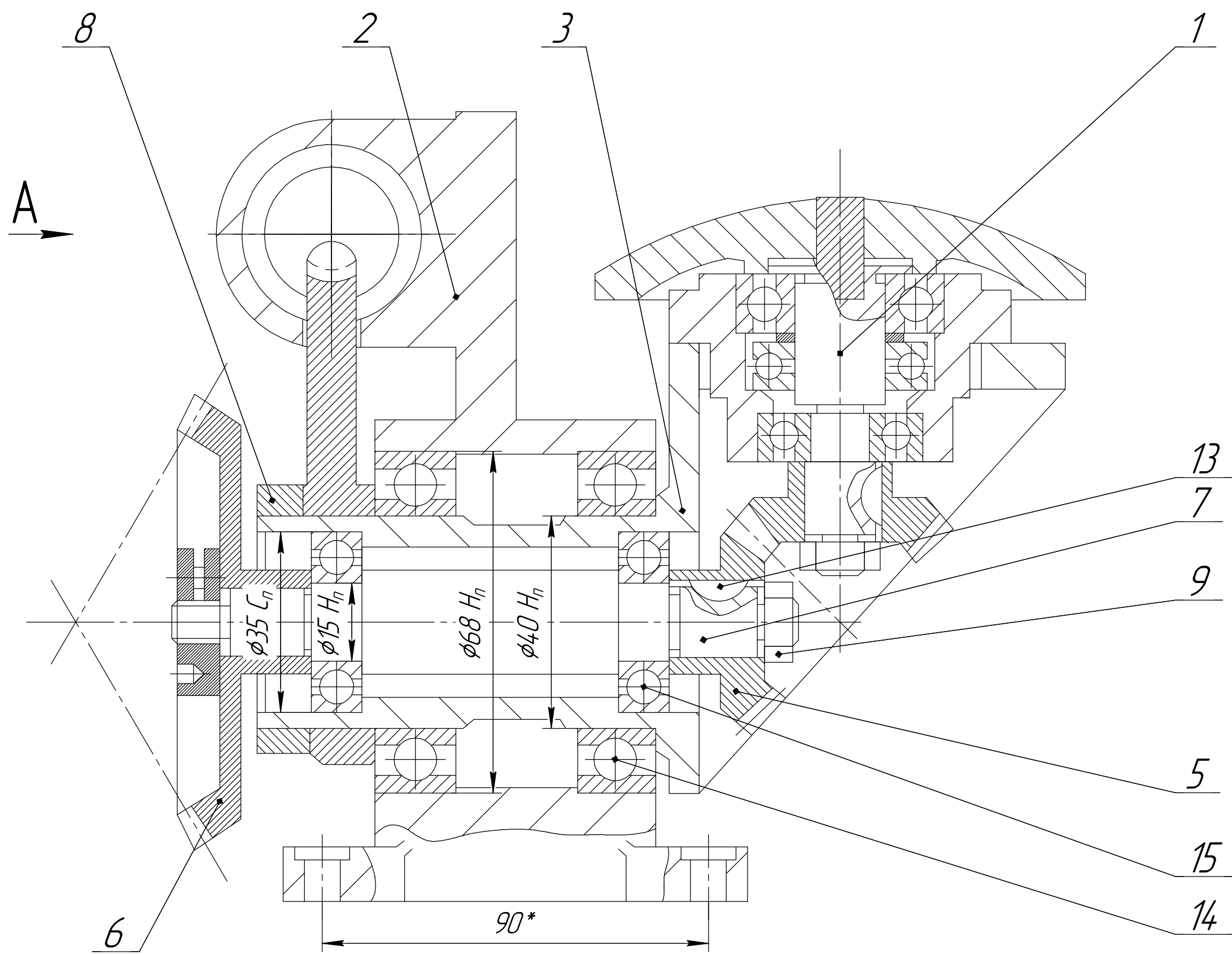
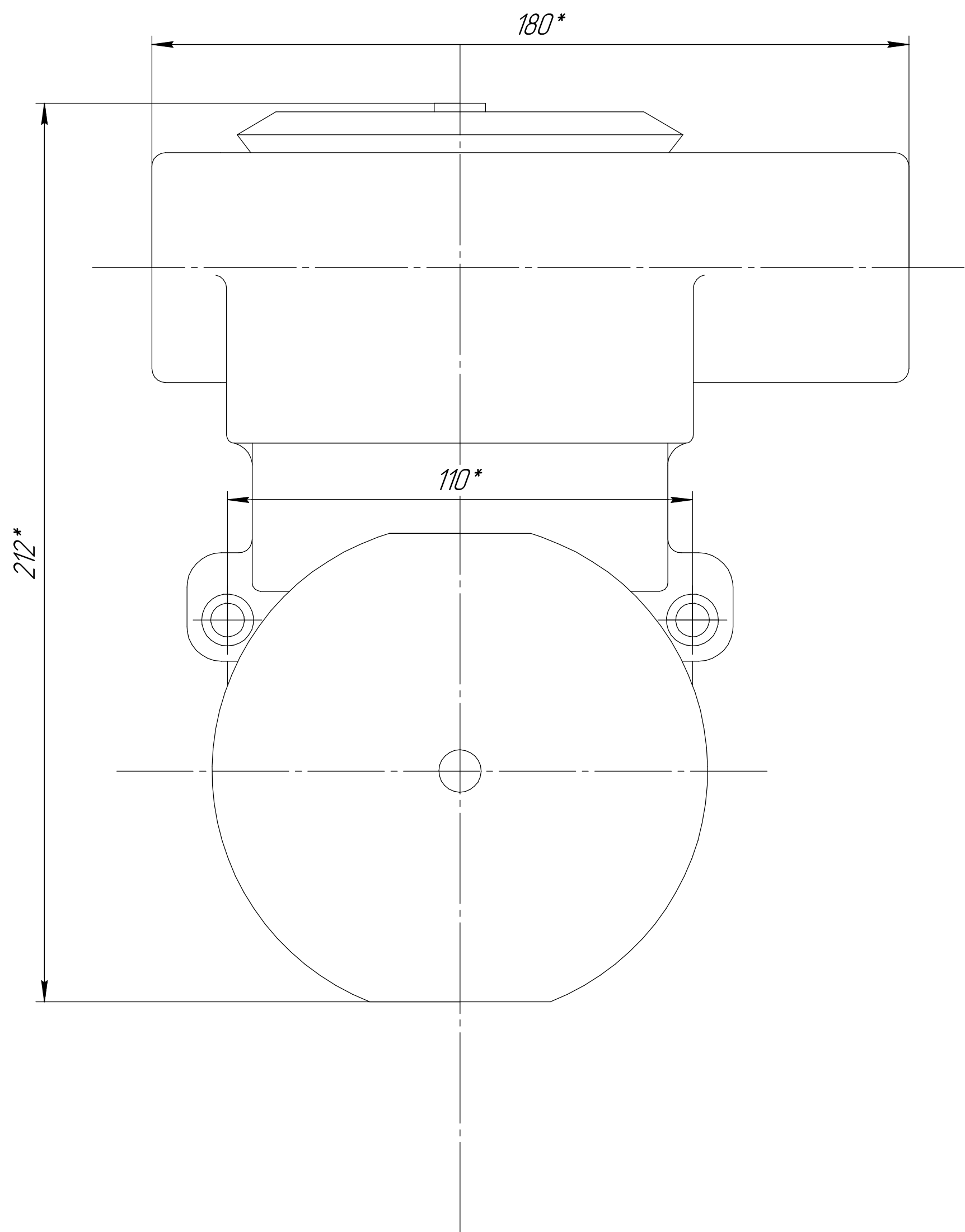
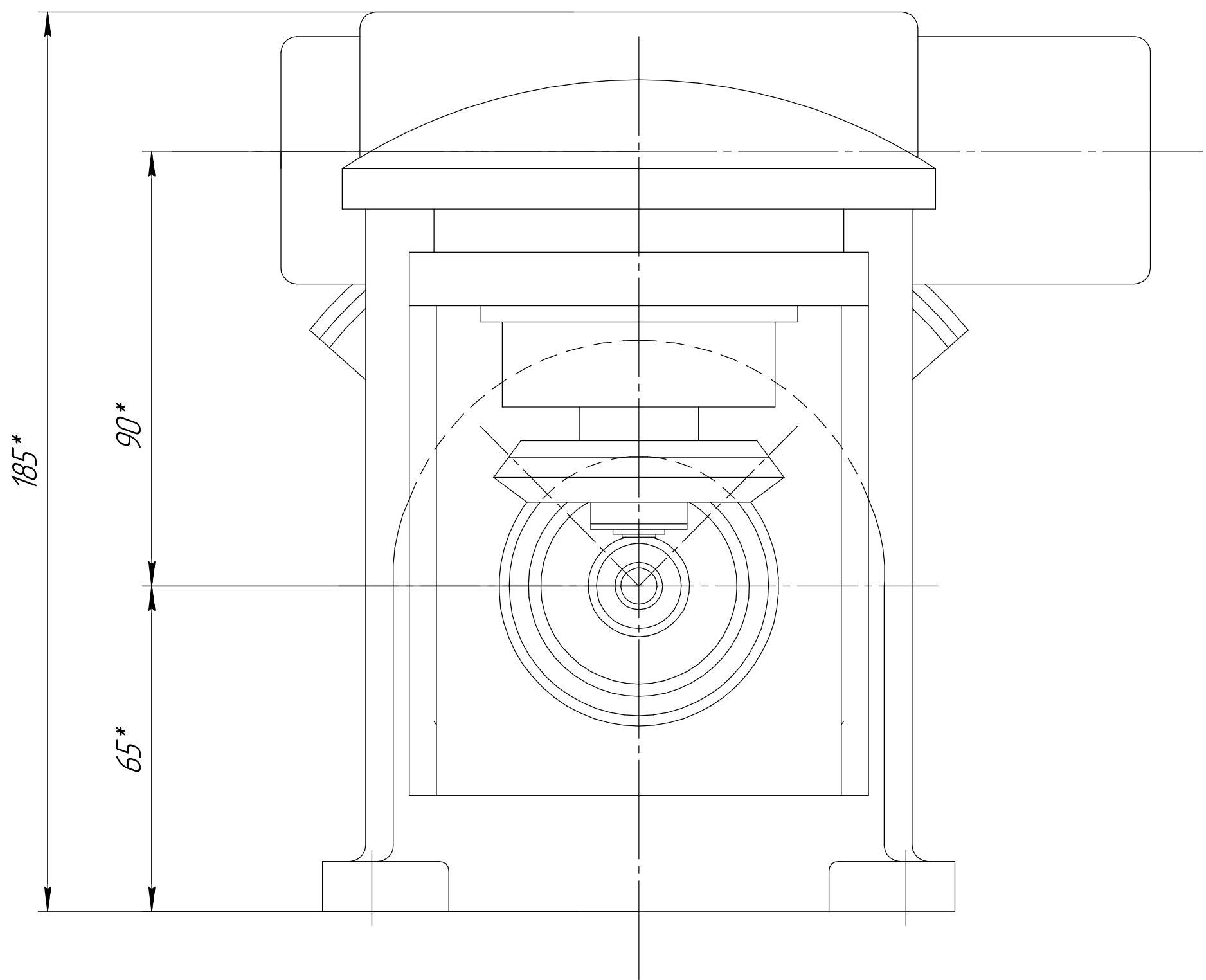
1 \*Розміри для довідок

ДП ПБ5101.1702.004 СК					Перв. примен.	
					Справ. №	
					Подп. и дата	
					Инв. № подл.	
					Взам. инв. №	
					Подп. и дата	
					Инв. № подл.	

					ДП ПБ5101.1702.004 СК				
					Головка в складі	Лист.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					1:1
Разраб.	Андрушко О.І.								
Пров.									
Т.контр.						Лист		Листов	1
Н.контр.					Складальне креслення	ПБФ, 4К			
Утв.	Вислоух С.П.								

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Андрюшко О.И.		
Пров.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.		Вислюх С.П.		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чение
						Документация		
		А3			ДП ПБ5101.1702.004 СК	Головка в сборе		
						Детали		
				1	ДП ПБ5101.1702.004.001	Головка	1	
				2	ДП ПБ5101.1702.004.002	Ось 1	1	
				3	ДП ПБ5101.1702.004.003	Ролик	1	
				4	ДП ПБ5101.1702.004.004	Втулка 1	2	
				5	ДП ПБ5101.1702.004.005	Пластина	1	
				6	ДП ПБ5101.1702.004.006	Гайка специальная М8х0,5	1	
						Стандартные изделия		
				7		Винт 2М2х6.58	1	
						ГОСТ174 75-80		
				8		Винт 2М5х10.58		
						ГОСТ14 91-80	2	
				9		Шпонка сегментная		
						3х5 ГОСТ8795-68	1	
				10		Шарикоподшипник		
						201 ГОСТ8338-75	2	



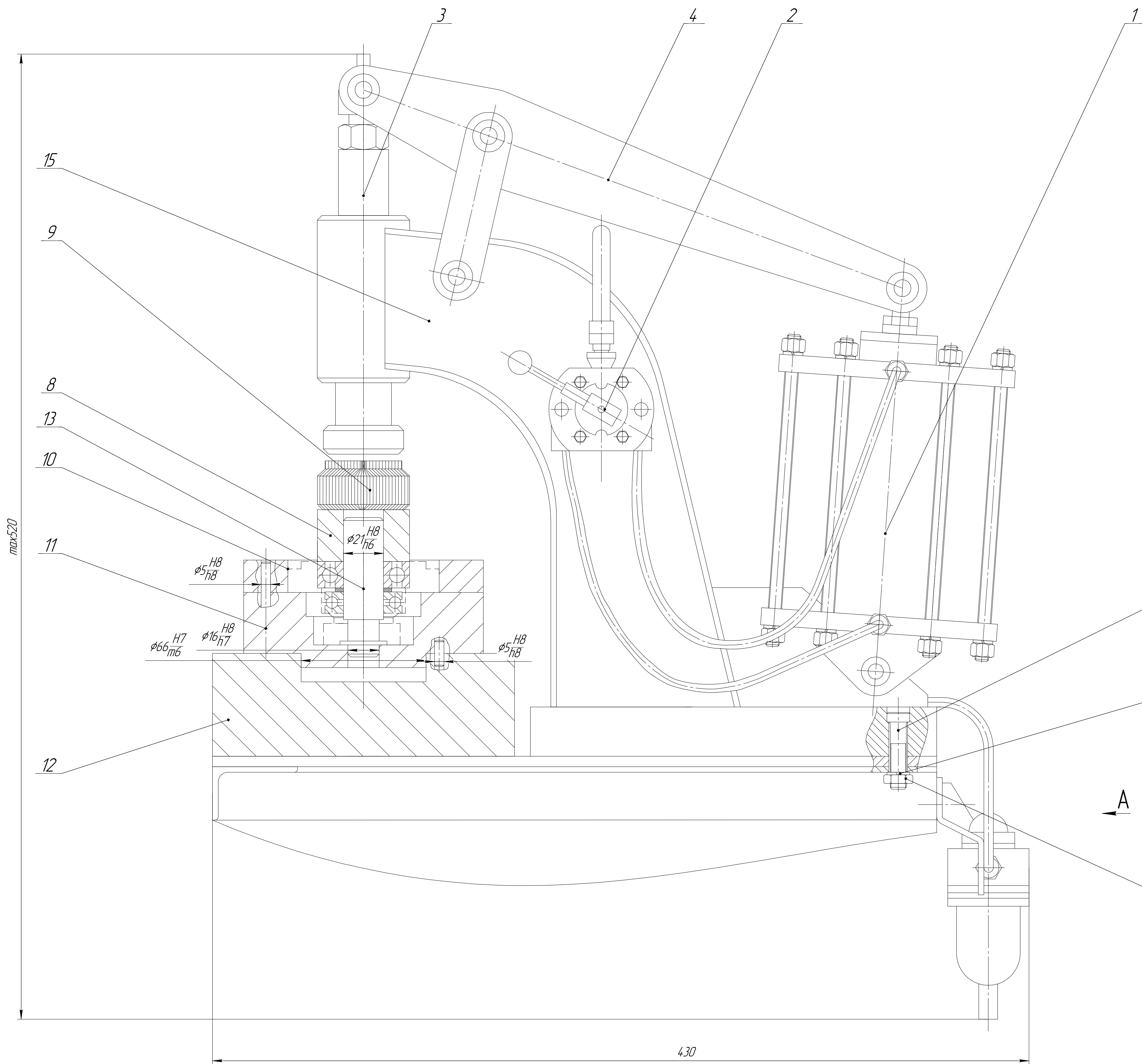
1 Розміри для довідок\*

				ДП ПБ5101.1702.002 СК				
Ізм./Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Корпус в складі		Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Андрійко О.І.							1:1
Проб.								
І.контр.						Лист	Листів	1
Н.контр.				Складальне креслення		ПБФ, 4К		
Утв.	Вислюх С.П.							

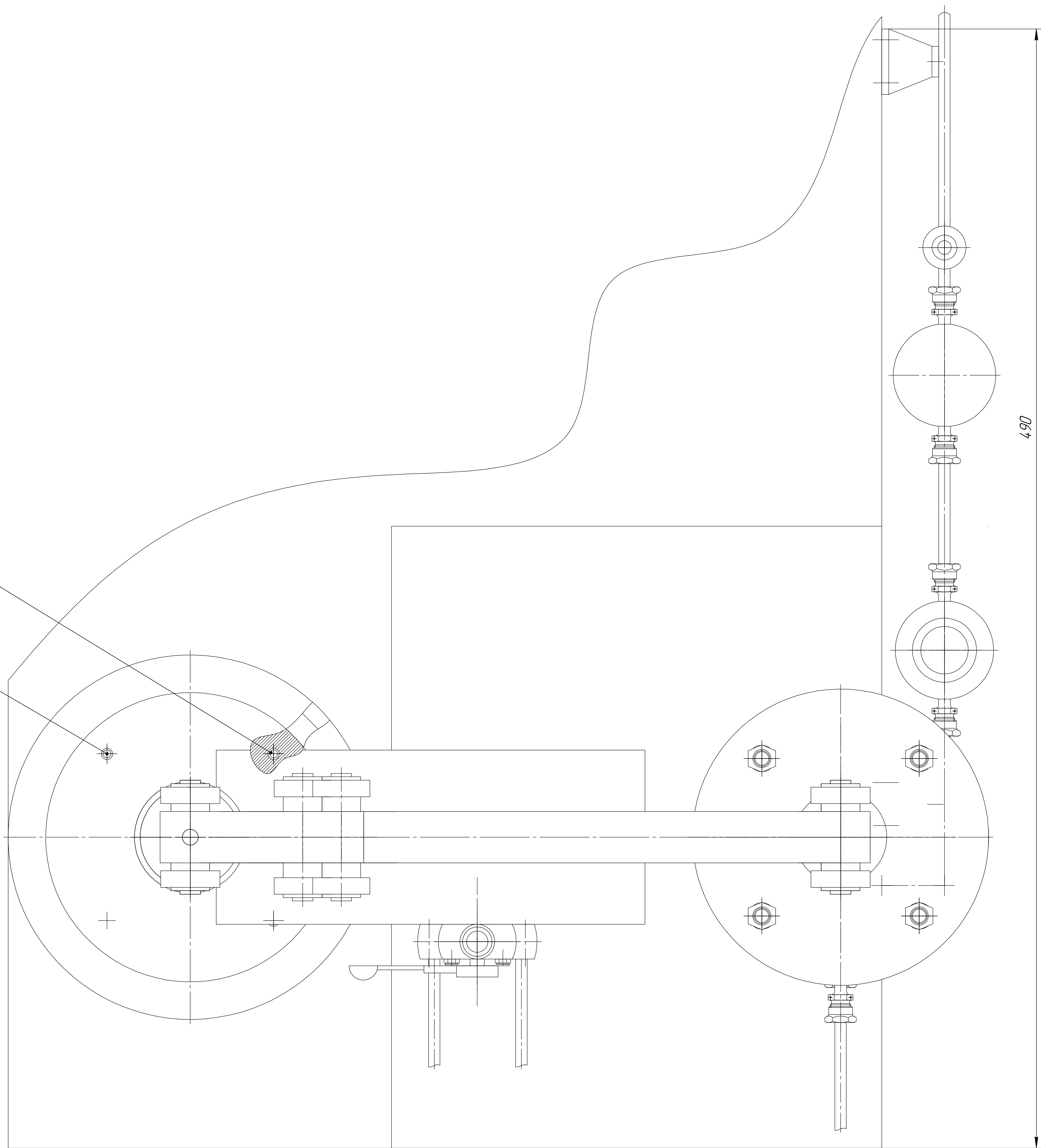
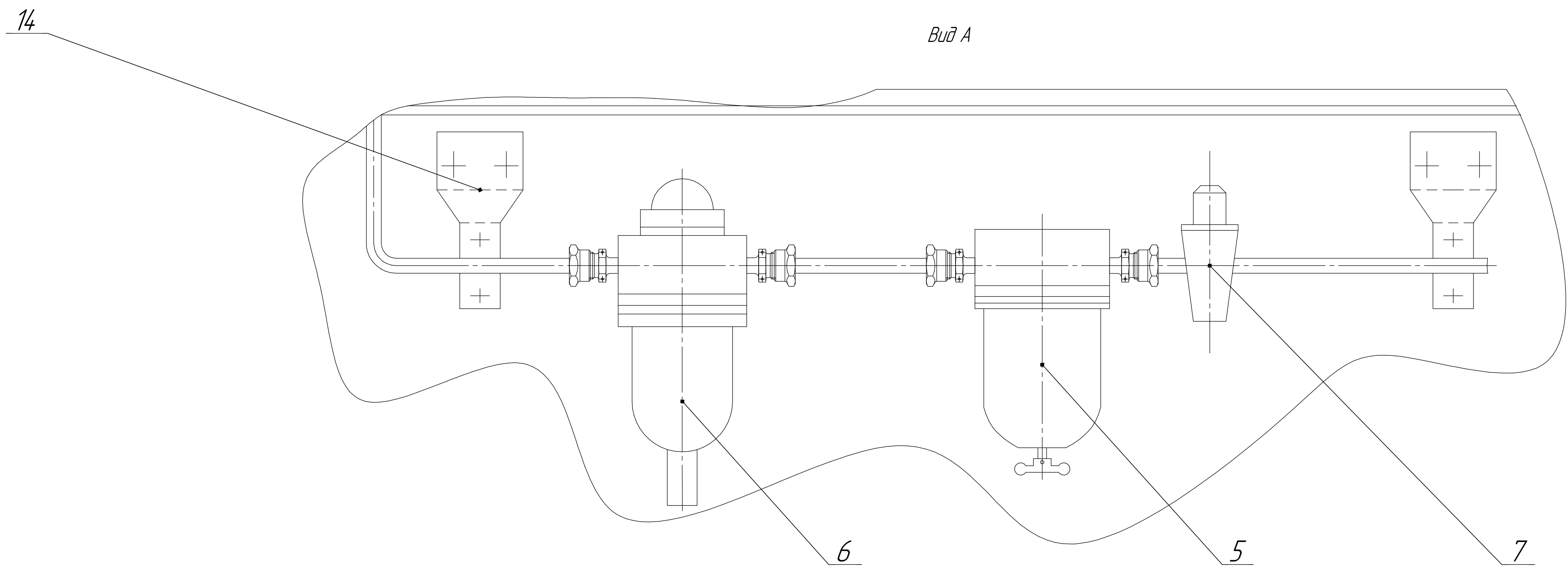
Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание						
						Документация								
					ДП ПБ5101.1702.002 СК	Корпус в сборе								
						Сборочные единицы								
Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № инв.	А4	1	ДП ПБ5101.1702.003 СК	Гнездо в сборе	1					
Подп. и дата	Инв. № инв.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.		2	ДП ПБ5101.1702.002.001	Корпус 1	1					
						3	ДП ПБ5101.1702.002.002	Корпус 2	1					
						4	ДП ПБ5101.1702.002.003	Сектор	1					
						5	ДП ПБ5101.1702.002.004	Колесо зубчатое коническое	1	m=2; z=22				
						6	ДП ПБ5101.1702.002.005	Колесо зубчатое коническое	1	m=2; z=44				
						7	ДП ПБ5101.1702.002.006	Вал	1					
						8	ДП ПБ5101.1702.002.007	Гайка круглая М40×1.5	1					
						9	ДП ПБ5101.1702.002.008	Гайка круглая М8×0.5	1					
						10	ДП ПБ5101.1702.002.009	Гайка специальная М8×0.5	1					
Подп. и дата	Инв. № инв.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.										
Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № инв.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	ДП ПБ5101.1702.004 СК								
						Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус в сборе	Лит.	Лист	Листов	
						Разраб.	Андрушко О.И.						1	2
						Пров.								
						Н.контр.					ПБФ, 4К			
						Утв.	Выслоух С.П.							



[illegible]



Вид А

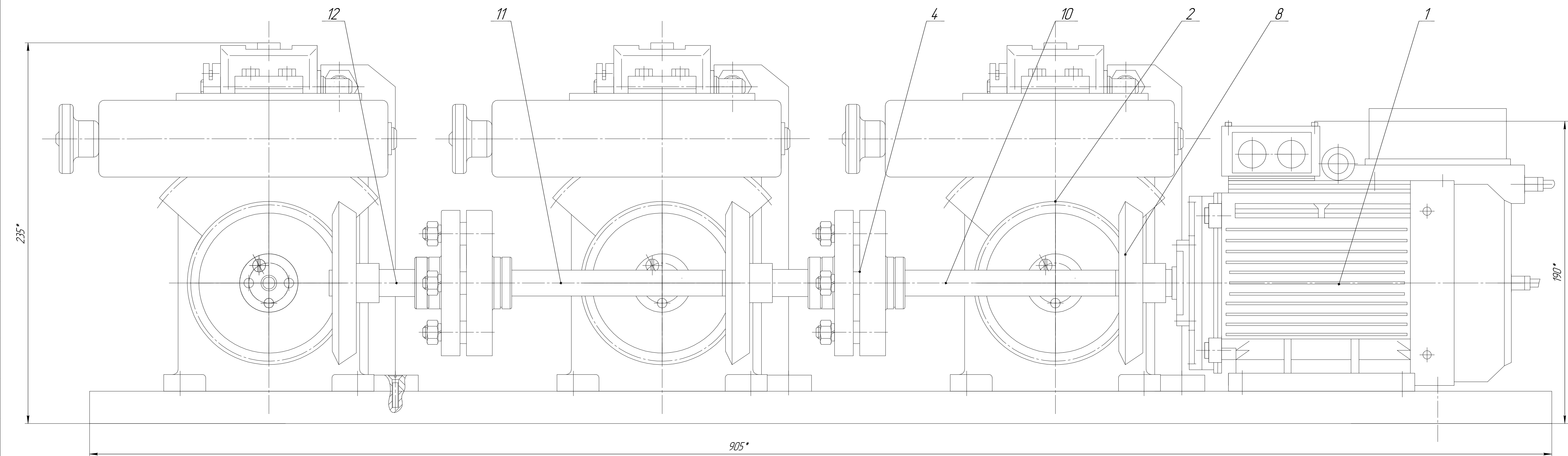
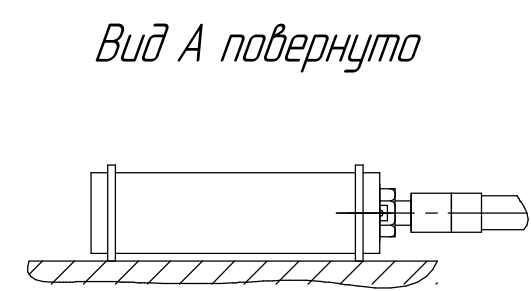
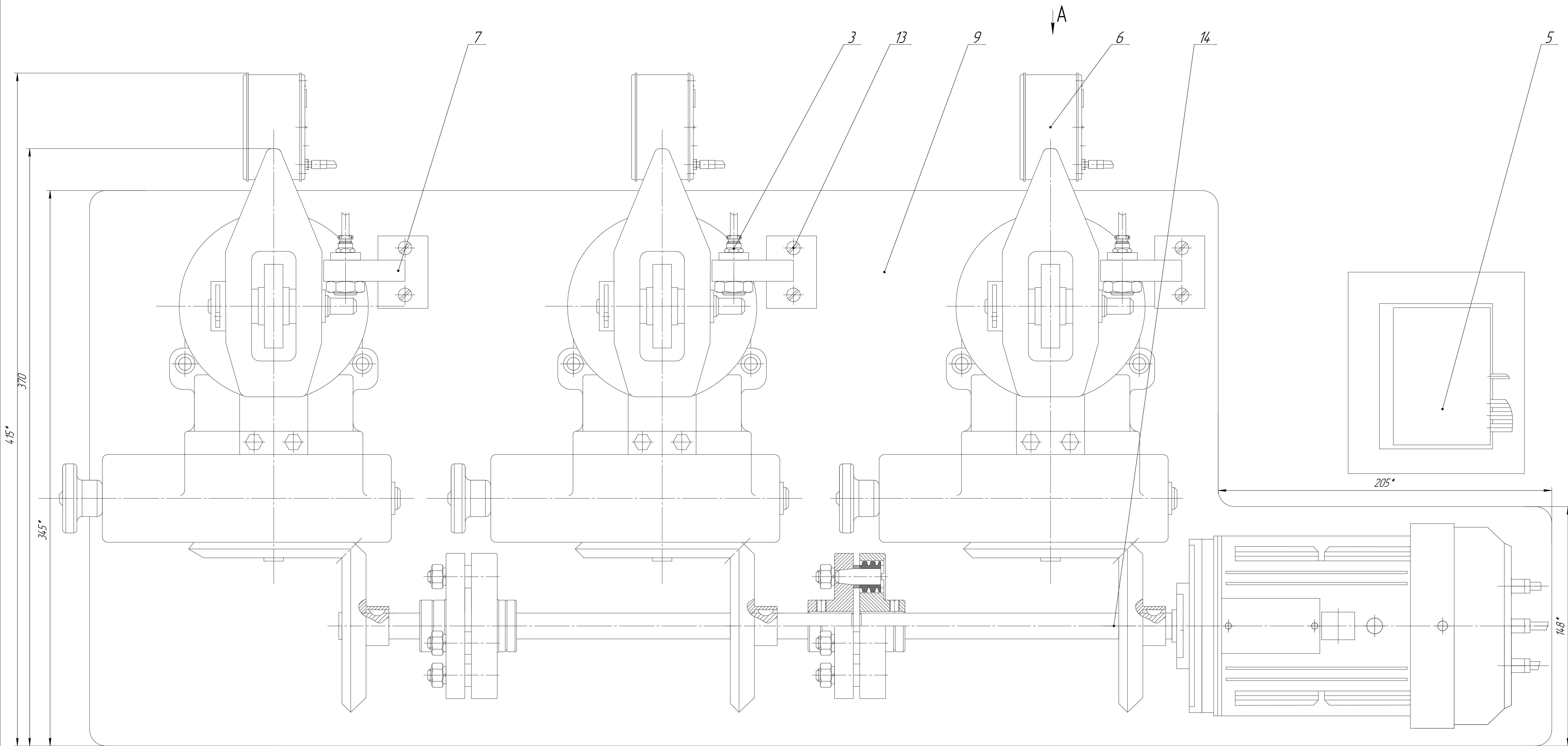


1 Прес:  
а) зусилля пресування – 5 000 Н;  
б) тиск пневматичної мережі – 405 000 Па;  
в) витрати стиснутого повітря – 0,4 м<sup>3</sup>/год;  
2 Габаритні розміри 490×430×510 мм.

ДП ПБ5101.1702.009 СК				Лист			Маса			Масштаб		
Мас. №	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Прес пневматичний			1:1			Лист	
Розроб.	Андрушко О.				Складальне креслення			ПБФ, 4К			Лист	
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Формат			А0			Лист	
Начальник	Виконав	Спів	Вислужив	Сп.	Копіювання			Формат			Лист	

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		АО			ДП ПБ5101.1702.007 СК	Пресс пневматический		
						Сборочные единицы		
				1	ДП ПБ5101.1702.007.001 СК	Пневмокамера	1	
				2	ДП ПБ5101.1702.007.002 СК	Кран	1	
				3	ДП ПБ5101.1702.007.003 СК	Пуансон	1	
				4	ДП ПБ5101.1702.007.004 СК	Траверса	1	
				5	ДП ПБ5101.1702.007.005 СК	Фильтр воздушный	1	
				6	ДП ПБ5101.1702.007.006 СК	Фильтр конденсата	1	
				7	ДП ПБ5101.1702.007.007 СК	Зажим	1	
						Детали		
				8	ДП ПБ5101.1702.007.008	Кольцо запрессовочное	1	
				9	ДП ПБ5101.1702.007.009	Кольцо распределительное	1	
				10	ДП ПБ5101.1702.007.010	Кольцо	1	
				11	ДП ПБ5101.1702.007.011	Гнездо	1	
				12	ДП ПБ5101.1702.007.012	Подставка	1	
				13	ДП ПБ5101.1702.007.013	Ось технологическая	1	
				14	ДП ПБ5101.1702.007.014	Заклепка	2	
				15	ДП ПБ5101.1702.007.015	Стойка	1	
					ДП ПБ5101.1702.007 СК			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.	Андрюшко				Лит.	Лист
		Пров.						1
							2	
		Н.контр.					ПБФ, 4К	
		Утв.	Выслоух					





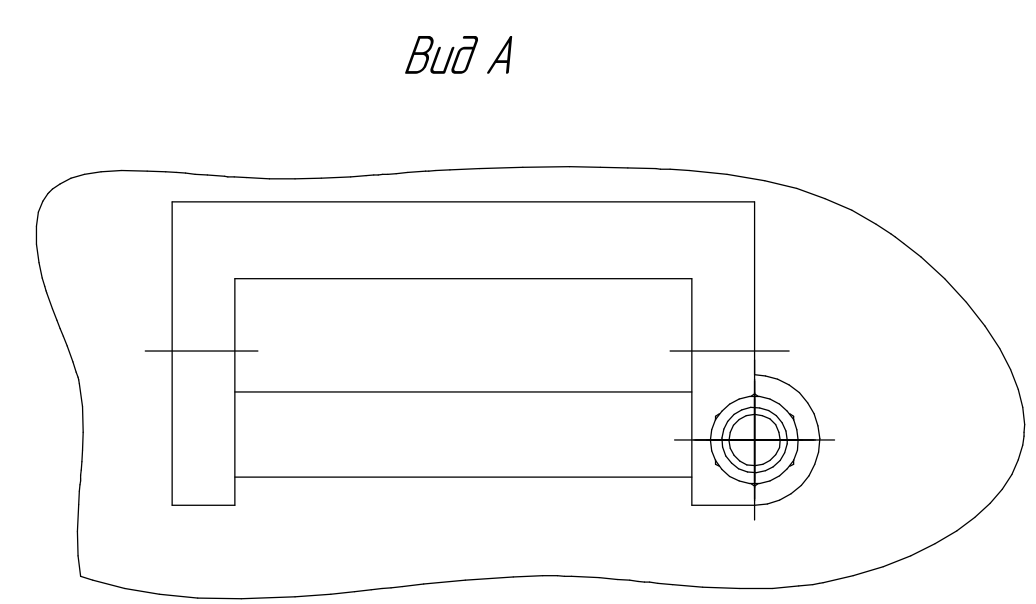
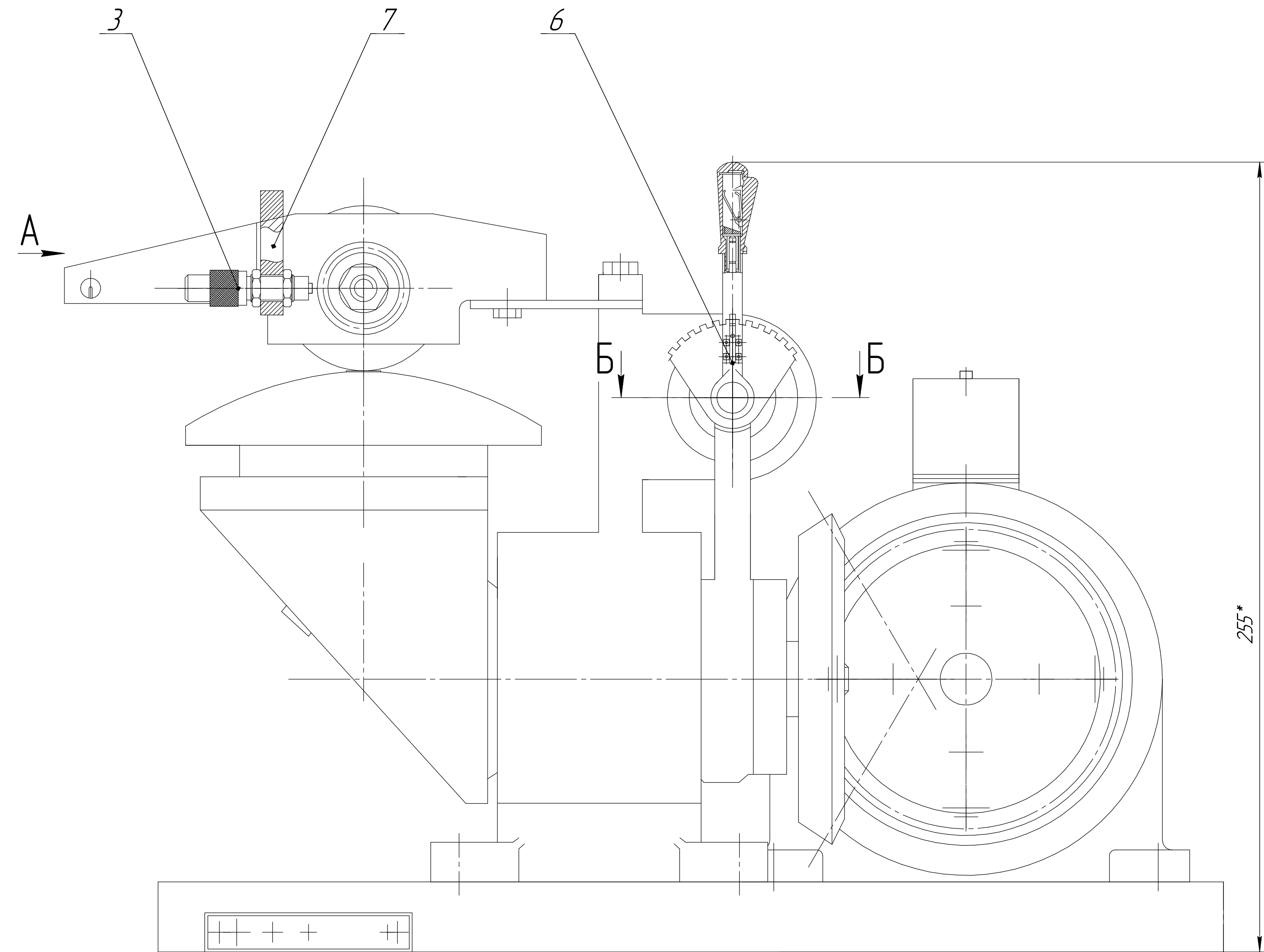
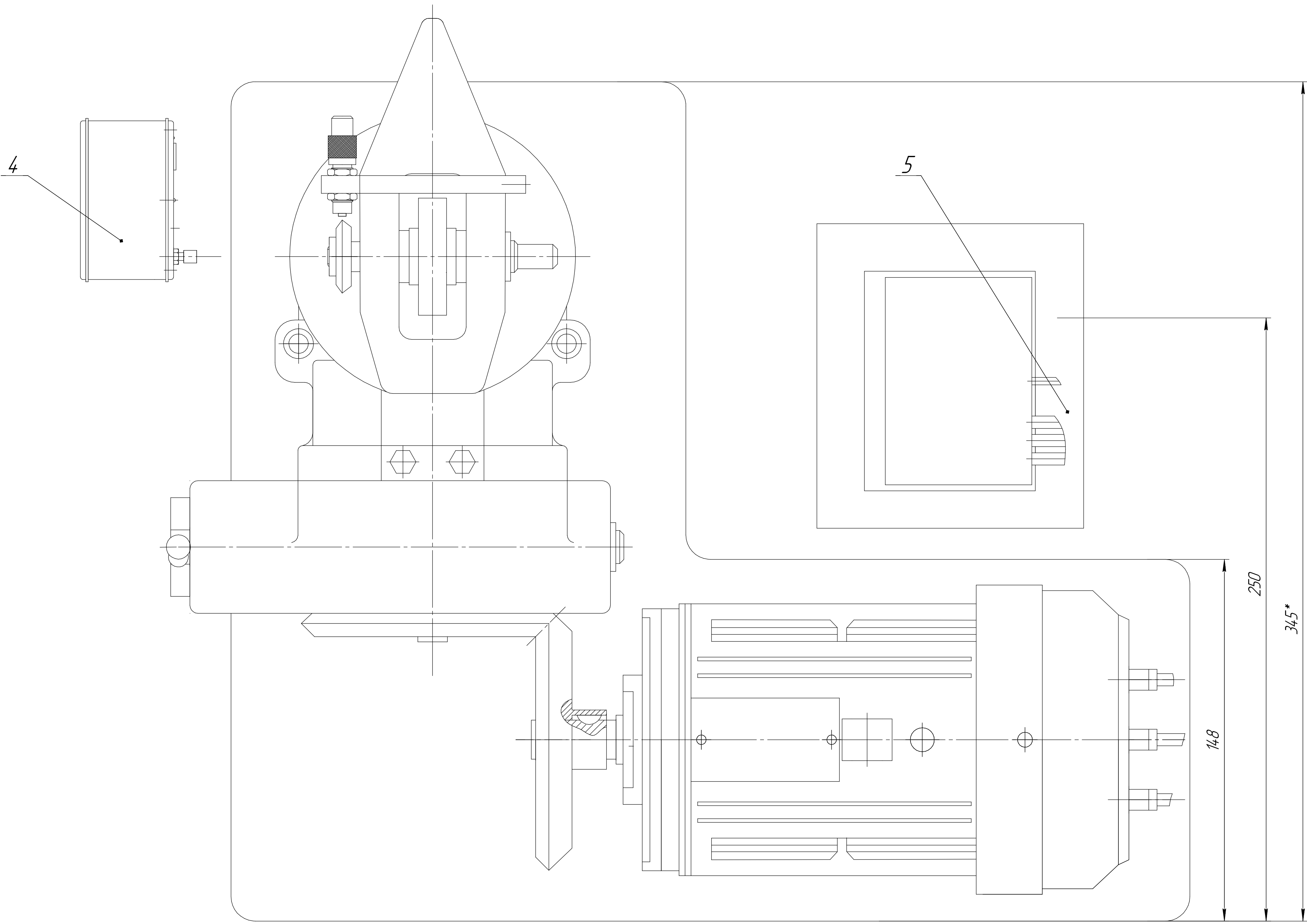
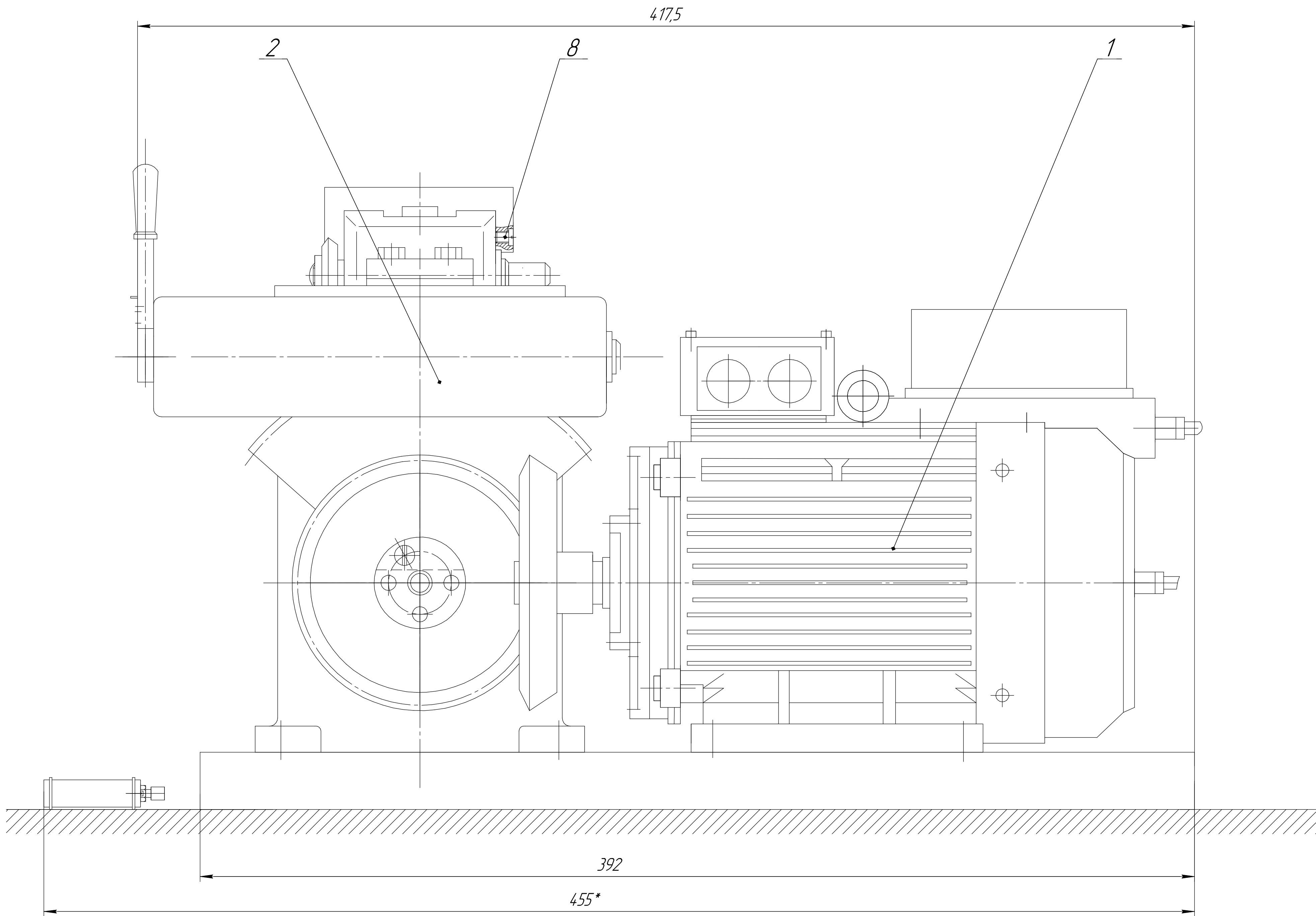
\*Розміри для додадок

- 1 Довжина АИР7188
  - а) частота обертання вала – 750 об/хв;
  - в) мережа живлення – 380 В;
  - в) потужність – 0,25 кВт.
- 2 Датчик крилового моменту S-Torg-M
  - а) допустимий підпорядкований зазор між датчиком і об'єктом – 0,5...3 мм;
  - в) рекомендована температура – -20°C...+80°C
- 3 Контролер електричного двигуна Вб К36 / 5000С
  - а) рекомендована температура робочого оточення – +25°C...45°C
4. Виробничий термін служби встановлюється на 15 год
- 5 Габаритні розміри 905х235х415 мм

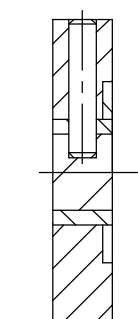
						ДП ПБ5101.1702.009 СК		
Акт	Акт	№ докум	Дата	Дата	Стенд для випробувань	Лист	Масштаб	Масштаб
Розроб	Розроб	Анотува						1:1
Проб	Проб					Лист	Листов	1
Інвентр	Інвентр							
Анотува	Анотува				Складальні креслення	ПБФ, 4К		
Стенд	Стенд	Висловлю						

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание							
						Документация									
					ДП ПБ5101.1702.009 СК	Стенд испытательный									
						Сборочные единицы									
				1	ДП ПБ5101.1702.009.001	Двигатель	1								
				2	ДП ПБ5101.1702.009.002	Вариатор	3								
				3	ДП ПБ5101.1702.009.003	Датчик	3								
				4	ДП ПБ5101.1702.009.004	Соединительная муфта	3								
				5	ДП ПБ5101.1702.009.005	Контроллер двигателя	1								
				6	ДП ПБ5101.1702.009.006	Блок электроники	3								
						Детали									
				7	ДП ПБ5101.1702.009.007	Стойка	3								
				8	ДП ПБ5101.1702.009.008	Колесо коническое	3								
				9	ДП ПБ5101.1702.009.009	Плита	1								
				10	ДП ПБ5101.1702.009.010	Ось 1	1								
				11	ДП ПБ5101.1702.009.011	Ось 2	1								
				12	ДП ПБ5101.1702.009.012	Ось 3	1								
Инв. № подл.		Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата		ДП ПБ5101.1702.009 СК  Стенд испытательный					
		Разраб.		Андрюшко											
		Пров.													
		Н.контр.													
		Утв.		Выслоух											
										Лит.    Лист    Листов					
										1    2					
										ПБФ, 4К					

[illegible]



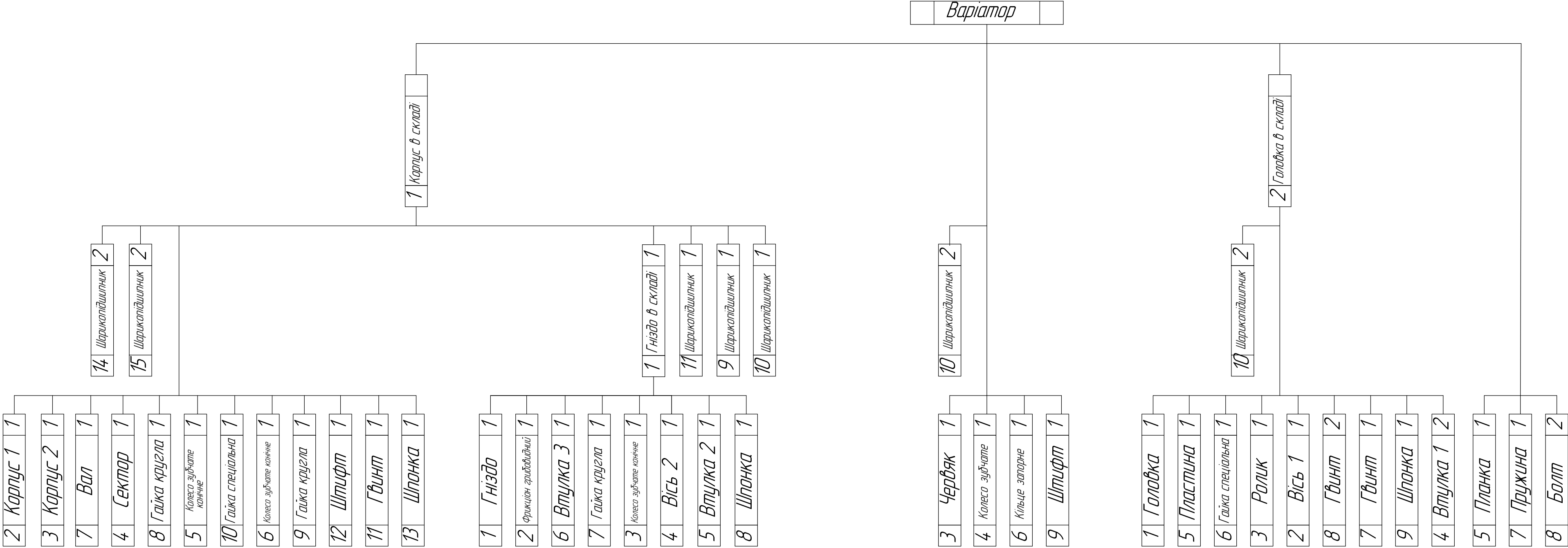
6-6



\*Разміри для довідок  
1 Двигун АИР71В8:  
а) частота обертання вала – 750 об/хв;  
б) мережа живлення – 380 В;  
в) потужність – 0,25 кВт.  
2 Датчик частоти обертів 202816 STANDART SHORT MAGNETIC PICKUP:  
а) допустимий повітряний зазор між датчиком і об'єктом – 1,5...4 мм;  
б) рекомендована робоча температура – +20°С...+60°С  
3 Контролер електродвигуна Vb K36 / 500DC  
рекомендована температура робочого оточення – +25°С...45°С  
4 Кут нахилу – максимальний ±30°  
5 Дискретність встановлення кута нахилу – 5°  
6 Габаритні розміри 455×345×255 мм









Дубл.				
Взам.				
Подл.				

"НТУУ"КПІ ім. Игоря Сикорського	Вариатор фрикционный зубобидный	10		1
		АД.02141.47968		

Министерство образования и науки Украины

СОГЛАСОВАНО  
Представитель заказчика

УТВЕРЖДАЮ  
Главный технолог  
Выслюх С.П.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
сборки вариатора фрикционного зубобидного

Гл. конструктор

Нач. ТБ  
Кулик К.А.

Ведущий технолог  
Андрушко Е.И.

Нач. ТБ  
Сорочинский Д.Д.

Акт N . . . . . от . . . . .

Руководство № . . . . .

Только для некоммерческого использования!

ГОСТ 3.1404-86

ФОРМА 1

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Ауður.			
Бэау.			
Ноður.			

[illegible]

AA.02141.47968	8	1
----------------	---	---

Разработ.	Андрюшко О.И.				"НТУУ"КПИ им. Игоря Сикорского		АД.5014.1.47968	
Проберил	Выслюх С.П.							
Утвердил	Выслюх С.П.							
Т.компр.								
Н.компр.					Вариатор фрикционный зубчатый		0	

Вариатор фрикционный свободный

	○	

	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Код заком.	Профиль и размеры	КД	МЗ
М02	166			1					1	

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,	наименование	операции	Обозначение документа							
Б	Код,наименование				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тп.з.	Тшм.
Б	Код,наименование														
Б	Код,наименование														

p	FM	D 270 B	+	+	+	v

A 03	005	0125	ПРОМЫСЛА
------	-----	------	----------

5 04	ВАННА TORIN TRG4001-3.5	1	0.058	4.5
------	-------------------------	---	-------	-----

0 05	1. Προωυμν δεμαυ.	0.35	3.92
------	-------------------	------	------

Т 06	мил II №3	Перчатки резиновые ГОСТ 20010-93
------	-----------	----------------------------------

М 07	Спирт бензиновый ГОСТ 8751-72
------	-------------------------------

09

A 10	010	0170	СШКА
------	-----	------	------

Б 11	Шкаф сушильный СМ 50 / 250-250 ШС	1	0.058	3.89
------	-----------------------------------	---	-------	------

0 12	1. Процедура демонта.	0.3	3.36
------	-----------------------	-----	------

Перчатки хлопчатобумажные ГОСТ 5007-87	Т 13
--	------

---

17

15

КТП	Карта технологического процесса	Вариатор	фрикционный	subodubnyy.adm	2
Таблица для наименования /					

Только для некоммерческого использования!

КПМД технологического процесса  
Только для некоммерческого использования

Варуагатор функццонный зүдбүдһный.adm

2

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

ГОСТ 3.1404-86

форма 1а

[illegible]

AA.02141.47968	2
----------------	---

A1.50141.47968

A	Цех	Уч.	PM	Двер.	Код, наименование операции	Обозначение документа											
B	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тпз.	Тшм	
P						ПИ	0	УД	В		1		1		3	У	

A 01	015 0418 КОМПЛЕКТОВАНИЕ
------	-------------------------

Б 02	Радочују смена	1	0.06	4.6
------	----------------	---	------	-----

0 03	1. Комплектовать деталям согласно схеме сборочного состава.	0.36	4
------	---	------	---

04

05

A 06	020 8800 C60PKA
------	-----------------

Б 07	Стоматология-сборника	1	0.028	2.15
------	-----------------------	---	-------	------

0 08	1. Запрессовать шарикоподшипник поз. 10 в гнездо и шарикоподшипник поз. 11 в гнездо поз. 1.	0.027	0.3
------	---	-------	-----

Пр. Пневматический пресс для заправки подшипников в корпус

0 11	2. Установить втулку 2 поз. 5 в гнездо поз. 1.	0.007	0.08
------	--	-------	------

0 13	3. Запрессовать шарикоподшипник поз.9 в гнездо поз. 1.	0.013	0.15
------	--	-------	------

71	
----	--

0 15	4. Установить ось 2 поз. 4 в гнездо поз. 1.	0.007	0.08
------	---	-------	------

16	
----	--

0 17	5. Установить колесо заднее коническое поз. 3 на ось 2 поз. 4. с помощью шпонки поз. 8.	0.014	0.16
------	---	-------	------

КТП 2	Карта технологического процесса	Вариатор фрикционный зубчатый адм	3
-------	---------------------------------	-----------------------------------	---

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АDEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

ГОСТ 3.1404-86

форма 1а

[illegible]

AA.02141.47968	3
----------------	---

A1.50141.47968

A	Цех	Уч.	PM	Двер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
B	Код, наименование обороты					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тпз.	Тшм
P						ПМ	0	УД	В		1		1		3	

0 01	6. Набывшим заёмку круглую поз.7 на ось 2 поз. 4.	0.012	0.14
------	---	-------	------

02	
----	--

0 03	7. Установить втулку 3 поз. 6 и фрикцион сдвигидажный поз. 2 на ось 2 поз. 4.	0.014	0.16
------	---	-------	------

04

0.05		В. Контролировать качество сборки внешним осмотров.	0.072	0.8
------	--	---	-------	-----

0607

A 08 025 8800 СБОРКА

6 09	Смол с/месапа-с/допука	1	4.236
------	------------------------	---	-------

0	10	1. Запрессовать шарикоподшипник поз. 10 в обойку поз. 1.	0.013	0.15
---	----	--	-------	------

Т 11  
Пр. Пресс ручной

0 13	2. Установить ось 1 поз.2 и ролик поз.3 в колодку поз. 1. с помощью шпонки поз. 9.	0.021	0.24
------	--	-------	------

0 15	3. Вспомогательные 2 балла 1 по 3. 4 на 0,6 1 по 3. 2.	0.14	1.6
------	--	------	-----

16	
----	--

0 17	4. Запрессовать шарикоподшипник поз. 10 в золотку поз. 1.	0.013	0.15
------	---	-------	------

КТП Топлив	Карта технологического процесса инсталляции	Вариатор фрикционный зубчатый.adm	4
---------------	--	-----------------------------------	---

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

FOCT 3.1404-86

Формы 1а

[illegible]

AA.02141.47968	4
----------------	---

A1.50141.47968

A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшп.	Тпз.	Тшп			
Р						ПМ	Д	уч	В		Л		†		і	Ѕ	п	у	

0 01	5. Заменить заijk специальную поз. 6 на осu 1 поз. 2 и поджать винтом поз. 7.	0.028	0.32
------	---	-------	------

Т 02	С/А. Емкостный загрузчик PROCRIFT ES-1450
------	---

0 04	6. Прикрепить пластину поз.5 к золотке поз. 1 2 винтами поз. 8.	0.039	0.44
------	---	-------	------

Т 05	С/г. Электрический зажим PROGRAFT ES-1450; Механический пинцет-палка для захвата мелких деталей
------	---

06

0 07	7. Контролировать качество сборки внешним осмотром.	0.057	0.64
------	---	-------	------

[illegible]

09	

A 10	030 8800 C60PKA
------	-----------------

Б 11	Смол с/некар-сдобушка	1	0.052	4.03
------	-----------------------	---	-------	------

0 12	1. Задескобамь 2 шарукопашника поз. 14 в корпусе 1 поз.2.	0,027	0,3
------	---	-------	-----

13	Dr Marc Nijhof		

015	2	4	2	2	0.007	0.08
	2	2	2	2		
	2	2	2	2		

<p>             1. <b>Introduction</b>              2. <b>Methodology</b>              3. <b>Results</b>              4. <b>Discussion</b>              5. <b>Conclusion</b> </p>	<p>             1. <b>Introduction</b>              2. <b>Methodology</b>              3. <b>Results</b>              4. <b>Discussion</b>              5. <b>Conclusion</b> </p>
---	---

[illegible]

КТП	Карта технологического процесса	Вариатор фрикционный зубчатый.adm	5
-----	---------------------------------	-----------------------------------	---

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

*Только для некоммерческого использования !*



Только для некоммерческого использования!

ГОСТ 3.1404-86

форма 1а

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !															ГОСТ 3.1404-86					Форма 1а				

Только для некоммерческого использования !

FOCT 3.1404-86

форма 1а

Ауծл.			
Бам.			
Тодл.			

[illegible]A1.02141.47968

9

A1.50141.47968

A	Цех	Уч.	PM	Двер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тпз.	Тшм
P						ПИ	0	УД	В		1			3		У

Обозначение документа										
СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тнз.	Тшм
ПН	О	или	В	Л	т	і		5	п	у

0.027	0.3
-------	-----

10. Установити знездо в сѣоре поз.1 на корнц поз.2.

0.007 0.08

11. Контролировать качество сборки внешним осмотром.

0.129 1.44035 8800 C50PKA

Смол. с/меса-с/допушка

—

0.028	2.15
-------	------

1. Запрессовать шарикоподшипник поз. 10 на корпус в сборе поз. 1.

0.013	0.15
-------	------

Пр. Проект оуной

1[illegible]1

$$0 \leq \sum_{i=1}^n \alpha_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad \alpha_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

---

0018 021

7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28	-29	-30	-31	-32	-33	-34	-35	-36	-37	-38	-39	-40	-41	-42	-43	-44	-45	-46	-47	-48	-49	-50	-51	-52	-53	-54	-55	-56	-57	-58	-59	-60	-61	-62	-63	-64	-65	-66	-67	-68	-69	-70	-71	-72	-73	-74	-75	-76	-77	-78	-79	-80	-81	-82	-83	-84	-85	-86	-87	-88	-89	-90	-91	-92	-93	-94	-95	-96	-97	-98	-99	-100	-101	-102	-103	-104	-105	-106	-107	-108	-109	-110	-111	-112	-113	-114	-115	-116	-117	-118	-119	-120	-121	-122	-123	-124	-125	-126	-127	-128	-129	-130	-131	-132	-133	-134	-135	-136	-137	-138	-139	-140	-141	-142	-143	-144	-145	-146	-147	-148	-149	-150	-151	-152	-153	-154	-155	-156	-157	-158	-159	-160	-161	-162	-163	-164	-165	-166	-167	-168	-169	-170	-171	-172	-173	-174	-175	-176	-177	-178	-179	-180	-181	-182	-183	-184	-185	-186	-187	-188	-189	-190	-191	-192	-193	-194	-195	-196	-197	-198	-199	-200	-201	-202	-203	-204	-205	-206	-207	-208	-209	-210	-211	-212	-213	-214	-215	-216	-217	-218	-219	-220	-221	-222	-223	-224	-225	-226	-227	-228	-229	-230	-231	-232	-233	-234	-235	-236	-237	-238	-239	-240	-241	-242	-243	-244	-245	-246	-247	-248	-249	-250	-251	-252	-253	-254	-255	-256	-257	-258	-259	-260	-261	-262	-263	-264	-265	-266	-267	-268	-269	-270	-271	-272	-273	-274	-275	-276	-277	-278	-279	-280	-281	-282	-283	-284	-285	-286	-287	-288	-289	-290	-291	-292	-293	-294	-295	-296	-297	-298	-299	-300	-301	-302	-303	-304	-305	-306	-307	-308	-309	-310	-311	-312	-313	-314	-315	-316	-317	-318	-319	-320	-321	-322	-323	-324	-325	-326	-327	-328	-329	-330	-331	-332	-333	-334	-335	-336	-337	-338	-339	-340	-341	-342	-343	-344	-345	-346	-347	-348	-349	-350	-351	-352	-353	-354	-355	-356	-357	-358	-359	-360	-361	-362	-363	-364	-365	-366	-367	-368	-369	-370	-371	-372	-373	-374	-375	-376	-377	-378	-379	-380	-381	-382	-383	-384	-385	-386	-387	-388	-389	-390	-391	-392	-393	-394	-395	-396	-397	-398	-399	-400	-401	-402	-403	-404	-405	-406	-407	-408	-409	-410	-411	-412	-413	-414	-415	-416	-417	-418	-419	-420	-421	-422	-423	-424	-425	-426	-427	-428	-429	-430	-431	-432	-433	-434	-435	-436	-437	-438	-439	-440	-441	-442	-443	-444	-445	-446	-447	-448	-449	-450	-451	-452	-453	-454	-455	-456	-457	-458	-459	-460	-461	-462	-463	-464	-465	-466	-467	-468	-469	-470	-471	-472	-473	-474	-475	-476	-477	-478	-479	-480	-481	-482	-483	-484	-485	-486	-487	-488	-489	-490	-491	-492	-493	-494	-495	-496	-497	-498	-499	-500	-501	-502	-503	-504	-505	-506	-507	-508	-509	-510	-511	-512	-513	-514	-515	-516	-517	-518	-519	-520	-521	-522	-523	-524	-525	-526	-527	-528	-529	-530	-531	-532	-533	-534	-535	-536	-537	-538	-539	-540	-541	-542	-543	-544	-545	-546	-547	-548	-549	-550	-551	-552	-553	-554	-555	-556	-557	-558	-559	-560	-561	-562	-563	-564	-565	-566	-567	-568	-569	-570	-571	-572	-573	-574	-575	-576	-577	-578	-579	-580	-581	-582	-583	-584	-585	-586	-587	-588	-589	-590	-591	-592	-593	-594	-595	-596	-597	-598	-599	-600	-601	-602	-603	-604	-605	-606	-607	-608	-609	-610	-611	-612	-613	-614	-615	-616	-617	-618	-619	-620	-621	-622	-623	-624	-625	-626	-627	-628	-629	-630	-631	-632	-633	-634	-635	-636	-637	-638	-639	-640	-641	-642	-643	-644	-645	-646	-647	-648	-649	-650	-651	-652	-653	-654	-655	-656	-657	-658	-659	-660	-661	-662	-663	-664	-665	-666	-667	-668	-669	-670	-671	-672	-673	-674	-675	-676	-677	-678	-679	-680	-681	-682	-683	-684	-685	-686	-687	-688	-689	-690	-691	-692	-693	-694	-695	-696	-697	-698	-699	-700	-701	-702	-703	-704	-705	-706	-707	-708	-709	-710	-711	-712	-713	-714	-715	-716	-717	-718	-719	-720	-721	-722	-723	-724	-725	-726	-727	-728	-729	-730	-731	-732	-733	-734	-735	-736	-737	-738	-739	-740	-741	-742	-743	-744	-745	-746	-747	-748	-749	-750	-751	-752	-753	-754	-755	-756	-757	-758	-759	-760	-761	-762	-763	-764	-765	-766	-767	-768	-769	-770	-771	-772	-773	-774	-775	-776	-777	-778	-779	-780	-781	-782	-783	-784	-785	-786	-787	-788	-789	-790	-791	-792	-793	-794	-795	-796	-797	-798	-799	-800	-801	-802	-803	-804	-805	-806	-807	-808	-809	-810	-811	-812	-813	-814	-815	-816	-817	-818	-819	-820	-821	-822	-823	-824	-825	-826	-827	-828	-829	-830	-831	-832	-833	-834	-835	-836	-837	-838	-839	-840	-841	-842	-843	-844	-845	-846	-847	-848	-849	-850	-851	-852	-853	-854	-855	-856	-857	-858	-859	-860	-861	-862	-863	-864	-865	-866	-867	-868	-869	-870	-871	-872	-873	-874	-875	-876	-877	-878	-879	-880	-881	-882	-883	-884	-885	-886	-887	-888	-889	-890	-891	-892	-893	-894	-895	-896	-897	-898	-899	-900	-901	-902	-903	-904	-905	-906	-907	-908	-909	-910	-911	-912	-913	-914	-915	-916	-917	-918	-919	-920	-921	-922	-923	-924	-925	-926	-927	-928	-929	-930	-931	-932	-933	-934	-935	-936	-937	-938	-939	-940	-941	-942	-943	-944	-945	-946	-947	-948	-949	-950	-951	-952	-953	-954	-955	-956	-957	-958	-959	-960	-961	-962	-963	-964	-965	-966	-967	-968	-969	-970	-971	-972	-973	-974	-975	-976	-977	-978	-979	-980	-981	-982	-983	-984	-985	-986	-987	-988	-989	-990	-991	-992	-993	-994	-995	-996	-997	-998	-999	-1000
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

0.007	1	0.007
-------	---	-------

## Карта технологического процесса

Варуагтор фрукцуюнныг зурдбиддныг.аdtt

Только для некоммерческого использования!

КТП Карта п  
Табко для некоммерческого использования.

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

FOCT 3.1404-86

форма 1а

[illegible]A1.02141.47968

7

A1.50141.47968

A	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшп.	Тпз.	Тшп
Б	Код, наименование оборудования															
Р						ПМ	В	УЛ	В		↑	↓		5		У

Обозначение документа									
СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшп.	Тпз.
ПН	Д	УЛУ	В		1	1		5	п

0 01	5. Крепить заборку в сборе поз.2 к корпусу в сборе поз.1 с помощью планки поз. 5 и 2 болтами поз. 8.	0.03	0.34
0 01			

Т 02	С/А. 7811-0502 К/ЮЧ ГОСТ 2839-80
------	----------------------------------

203

0 04	0.007	0.08
6. Установить пружину поз. 7 к золотке в сборе поз. 2.		

Т 05	С/Л. Электрический зажимов PROGRAFT ES-1450; Механический пинцет-палк для захвата мелких деталей
------	--

06

0.07	7. Контролировать качество сборки внешним осмотром.	0.072	0.8
------	---	-------	-----

— 1 —

09

A 10	040 0200 КОИТРО/б	5T 48; 5T 242
------	-------------------	---------------

6	11	12920	2-5	1	0.45	17,25
---	----	-------	-----	---	------	-------

0 12	1. Контролировать скорость вращения выходного вала от определенного угла наклона. Процент контроля 100%.
------	--

13	135	15

71	
----	--

[illegible][illegible]

17	
----	--

КТП	Карта технологического процесса	Вариатор фрикционный зубчатый.adm	8
Таблица для коммерческого использования			

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования!

ГОСТ 3.1404-86

форма 1а

Δγδλ.			
Βζαμ.			
Ποδλ.			

[illegible]

AA.02141.47968	8
----------------	---

A1.50141.47968

	Цех	Уч.	РМ	Двер.	код,	наименование операции	Обозначение документа										
A							СМ	Проф.	P	УТ	KP	КОИД	ЕН	ОН	Кшм.	Тпз.	Тшм
B	код, наименование оборудования																
p							ПН		D или B	L		t	i	S		n	y

А 01	045	0620	ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИЕ
------	-----	------	------------------------

6 02	1
6 02	1

0 03	1. Испытание обкаткой в течение определенного времени
0 03	

04	
----	--

05	
----	--

06	

07	
----	--

00	
00	

60	

[illegible][illegible]

12	
----	--

1	
2	

1/	
2/	

4	
5	

2	1	
3	2	
4	3	
5	4	
6	5	
7	6	
8	7	
9	8	
10	9	
11	10	
12	11	
13	12	
14	13	
15	14	
16	15	
17	16	
18	17	
19	18	
20	19	
21	20	
22	21	
23	22	
24	23	
25	24	
26	25	
27	26	
28	27	
29	28	
30	29	
31	30	
32	31	
33	32	
34	33	
35	34	
36	35	
37	36	
38	37	
39	38	
40	39	
41	40	
42	41	
43	42	
44	43	
45	44	
46	45	
47	46	
48	47	
49	48	
50	49	
51	50	
52	51	
53	52	
54	53	
55	54	
56	55	
57	56	
58	57	
59	58	
60	59	
61	60	
62	61	
63	62	
64	63	
65	64	
66	65	
67	66	
68	67	
69	68	
70	69	
71	70	
72	71	
73	72	
74	73	
75	74	
76	75	
77	76	
78	77	
79	78	
80	79	
81	80	
82	81	
83	82	
84	83	
85	84	
86	85	
87	86	
88	87	
89	88	
90	89	
91	90	
92	91	
93	92	
94	93	
95	94	
96	95	
97	96	
98	97	
99	98	
100	99	

	0
	1
	2
	3
	4
	5
	6
	7
	8
	9
	10
	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17
	18
	19
	20
	21
	22
	23
	24
	25
	26
	27
	28
	29
	30
	31
	32
	33
	34
	35
	36
	37
	38
	39
	40
	41
	42
	43
	44
	45
	46
	47
	48
	49
	50
	51
	52
	53
	54
	55
	56
	57
	58
	59
	60
	61
	62
	63
	64
	65
	66
	67
	68
	69
	70
	71
	72
	73
	74
	75
	76
	77
	78
	79
	80
	81
	82
	83
	84
	85
	86
	87
	88
	89
	90
	91
	92
	93
	94
	95
	96
	97
	98
	99
	100

КТП	Карта технологического процесса	Вариатор фрикционный зубчатый.adm	9
Только для некоммерческого использования			
1/			

Документ разработан с использованием САД/САМ/САРР системы АDEM.

Только для некоммерческого использования !

										АД.02141.47968										1															
"НТЧУ"КПИ им. Игоря Сикорского																				АД.46141.															
										Вариатор грибовидный фрикционный												0													
С		НПП		Обозначение ДСЕ										Наименование ДСЕ										КП											
В		Цех		Уч.		РМ		Опер.		Код, наименование операции																									
Т		Опер.		Обозначение ТО										Кол.		Наименование ТО																			
Д		НПП		Код, наименование оборудования																															
В		01		005										0125 ПРОМЫВКА																					
Д		02		1 Ванна TORIN TRG4001-3.5																															
В		03		010										0170 СУШКА																					
Д		04		1 Шкаф сушильный СМ 50 / 250-250 ШС																															
В		05		015										0418 КОМПЛЕКТОВАНИЕ																					
Д		06		1 Рабочий стол																															
В		07		020										8800 СБОРКА																					
Д		08		1 Стол слесаря-сборщика																															
В		09		025										8800 СБОРКА																					
Д		10		1 Стол слесаря-сборщика																															
В		11		030										8800 СБОРКА																					
Д		12		1 Стол слесаря-сборщика																															
В		13		035										8800 СБОРКА																					
Д		14		1 Стол слесаря-сборщика																															
		15																																	
		16																																	
		17																																	
		18																																	
		19																																	
		20																																	
		21																																	
		22																																	
		23																																	
		24																																	
		25																																	
														Разраб.		Андрушко О.И.																			
														Проверил		Высlauch С.П.																			
														Утвердил		Высlauch С.П.																			
														Т.контр.																					
														Н.контр.																					
Добл.		Взам.		Подл.		В06										Ведомость оборудования										Вариатор грибовидный фрикционный.adm									

[illegible]

—

A1.42141.

## Вариатор зубободный функциональный

## Намёнование АСС

Наименование Т0

扣

Kov.

ACE

10

Обозначение Т0

4	1
---	---

[illegible]

Пневматический пресс для запрессовки подшипников в корпус

# Механический пинцет-паук для захвата мелких деталей

## Пресс ручной

Электронический журнал PROCRFT ES-1450

Модомок ГОСТ 2310-77

## Пресс ручной

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАЖИГПРОСРАТ ES-1450

К 104 ГОСТ 2839-80

Механический пинцет-паук для захвата мелких деталей

## Пресс ручной

Экспериментальный заголовок PROCRAT ES-1450

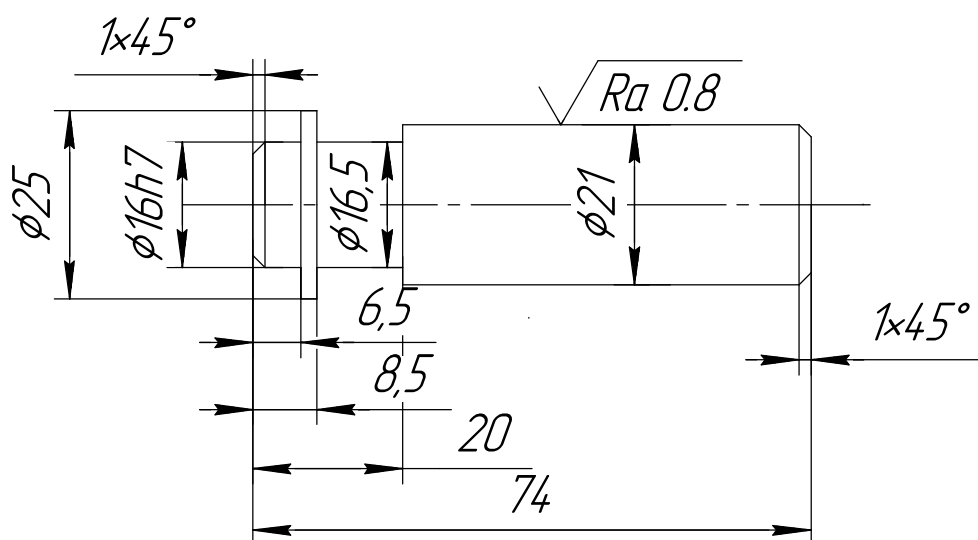
Ведомств охотничьего хозяйства

Вариатор звуковой функции,adm

Инв. № подл.

Инв. № подл.

$\sqrt{Ra\ 3.2\ (\sqrt{\phantom{x}})}$



1 Невказані граничні відхилення H12, h12  
2 HRC 28..32

ДП ПБ5101.1702.007.013

*Вісь технологічна*

СТАЛЬ 45, ГОСТ 1050-2013

Лит.	Масса	Масштаб
------	-------	---------

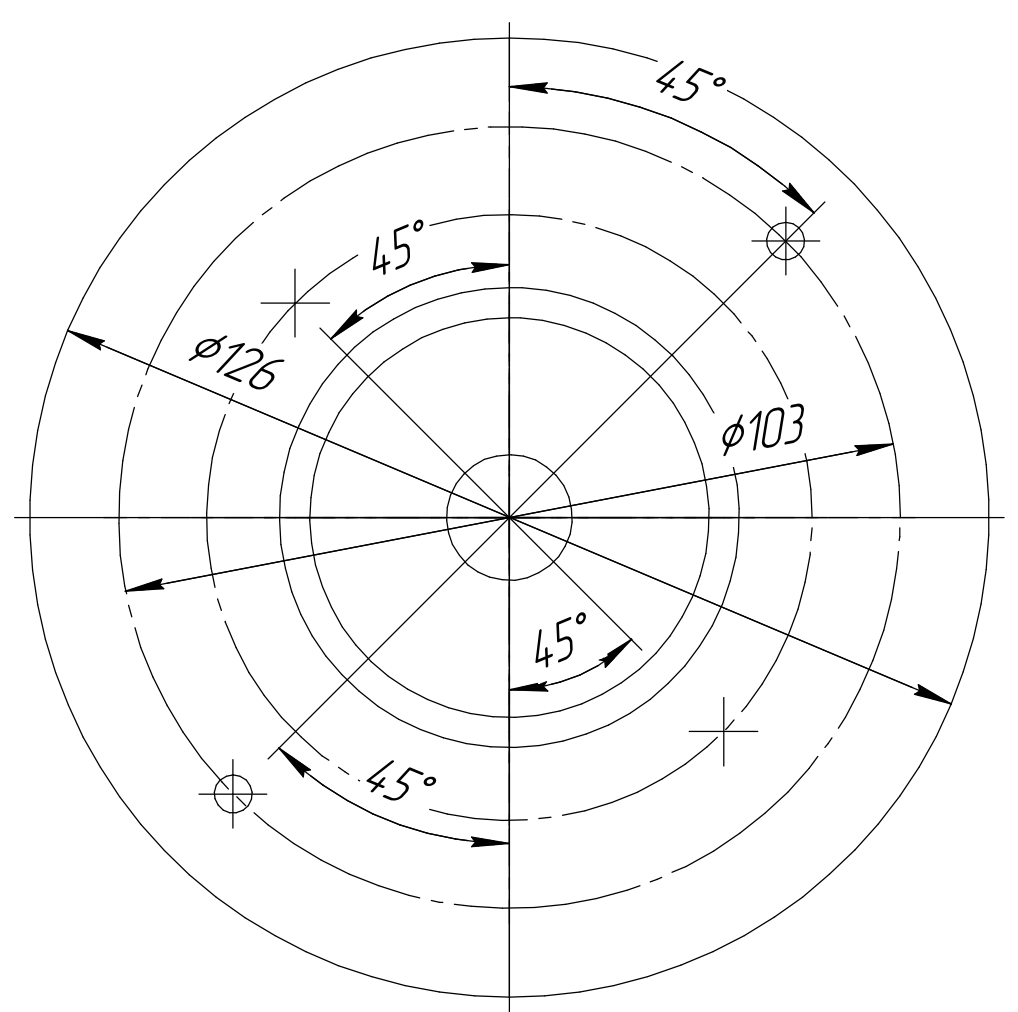
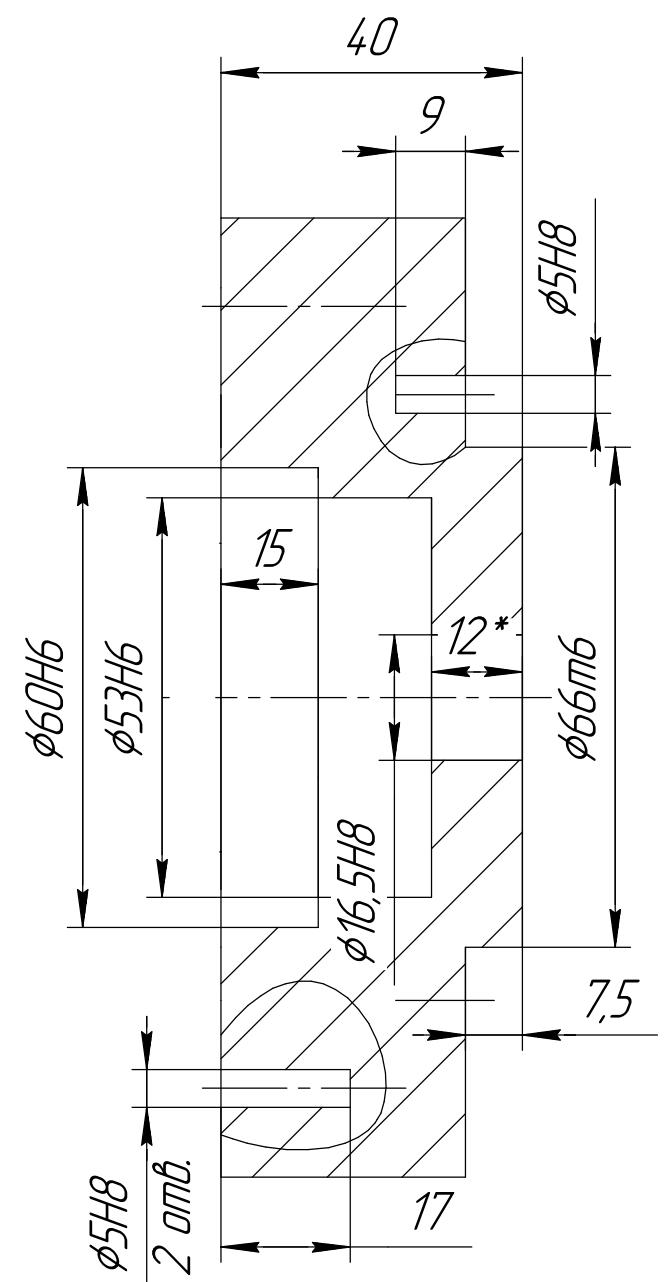
				1:1
--	--	--	--	-----

Луст	Лустов	1
------	--------	---

ПБФ, 4К

Копировал

Формат А4



\*Розміри для довідок.  
1 Н12, h12, ±IT12/2  
2 Гострі кромки притупити

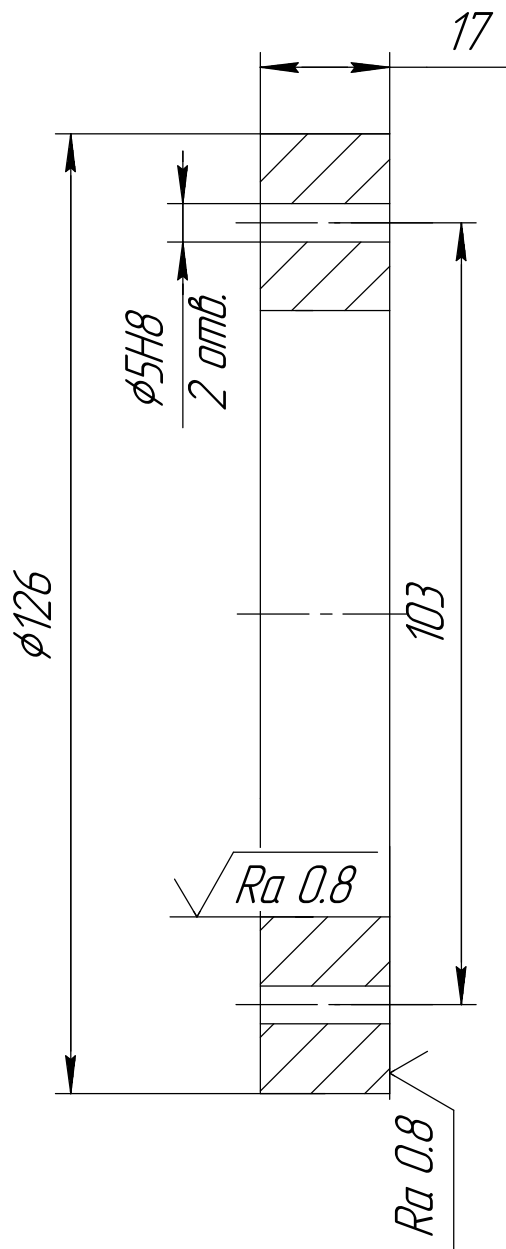
✓ Ra 6.3 (✓)

ДП ПБ5101.1702.007.011					Перв. примен.				
Спраб. №					Спраб. №				
Подп. и дата					Подп. и дата				
Инб. № дудл.					Инб. № дудл.				
Взам. инб. №					Взам. инб. №				
Подп. и дата					Подп. и дата				
Инб. № подл.					Инб. № подл.				



Инв. № подл.

*Ra 6.3 (✓)*



- 1 H12, h12, IT12/2.  
2 Гострі кромки притупити.  
3 HRC 28..32.

					ДП ПБ5101.1702.007.010				
					Кільце	Лист.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					1:1
Разраб.	Андрушко О.І.								
Пров.									
Т.контр.						Лист		Листов 1	
					Сталь 45, ГОСТ 1050-2013	ПБФ, 4К			
Н.контр.									
Утв.	Вислюх С.П.								

Формат А4

Справ. №		Перв. примен.		ДП ПБ5101.1702.007.012	
Подп. и дата		Инв. № дудл.		Инв. № инв. №	
Взам. инв. №		Инв. № дудл.		Инв. № инв. №	
Подп. и дата		Инв. № дудл.		Инв. № инв. №	
Инв. № подл.		Подп. и дата		Инв. № инв. №	
Изм. Лист		№ докум.		Подп. Дата	
Разраб.		Андрушко			
Пров.					
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.		Вислюх			
ДП ПБ5101.1702.007.012				Лист	
Підставка				Масса	
Сталь 45, ГОСТ 1050-2013				Масштаб	
				1:1	
				Листов 1	
				ПБФ, 4К	
Копировал				Формат А4	

1 H12, h12, IT12/2  
2 HRC 28..32  
3 Гострі кромки притупити